



**RITA SANTOS
DA SILVA A HIPÓTESE DE EFICIÊNCIA NOS
MERCADOS FINANCEIROS ASEAN-5**

Relatório de Dissertação de investigação do Mestrado
em Contabilidade e Finanças

ORIENTADOR

Professor Doutor, Rui Manuel Teixeira Santos Dias

Fevereiro de 2021

**RITA SANTOS
DA SILVA**

**A HIPÓTESE DE EFICIÊNCIA NOS
MERCADOS FINANCEIROS ASEAN-5**

JÚRI

Presidente: Professor Adjunto, Francisco José Mendes Leote, Instituto Politécnico de Setúbal

Orientador: Professor Adjunto, Rui Manuel Teixeira Santos Dias, Instituto Politécnico de Setúbal

Arguente: Professora Adjunta, Paula Alexandra Godinho Pires Heliodoro, Instituto Politécnico de Setúbal

Fevereiro de 2021

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor Rui Dias por me orientar muito antes de o ter de fazer. Toda a partilha de conhecimentos, apoio e motivação foram fundamentais para a realização deste trabalho. A si professor um agradecimento imperecível.

Aos meus pais por todo o amor, apoio e compreensão.

Ao Carlos e à Micá por desde cedo me inculcarem o gosto pelo conhecimento infindável.

À minha amiga Margarida por ter tornado o caminho menos solitário, e ao Nuno por se ter juntado a nós.

Às minhas amigas Catarina, Marta, Nilsa e Rita que embora longe nunca me deixaram sozinha.

Ao Bernardo, por ter sido cada um deles no momento certo.

Muito Obrigada!

Resumo

O Coronavírus Covid-19 foi um surto que apareceu pela primeira vez em dezembro de 2019 na cidade de Wuhan, província de Hubei, China. Foi declarado como uma pandemia pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 12 de março de 2020. Face a estes acontecimentos esta investigação pretende testar a eficiência, na sua forma fraca, nos mercados de ações da Indonésia, Malásia, Tailândia, Singapura, Filipinas, China, Japão, Coreia do Sul, e os EUA, no período entre 01 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020. Para realizar este estudo foram empregues diferentes abordagens de forma a responder às seguintes questões de investigação: i) A pandemia global de 2020 fez diminuir a eficiência dos mercados de ações em análise?. ii) Se os coeficientes de correlação cruzada entre mercados forem fortes a hipótese de diversificação de carteiras poderá ser colocada em causa?. Os resultados sugerem que a hipótese de random walk é rejeitada em todos os índices bolsistas, quer em Ranking (homocedástico), quer em Sinais (heterocedástico). Os resultados apoiam, portanto, a conclusão de que a hipótese de random walk não é suportada pelos mercados financeiros analisados, neste período de pandemia global. Os valores dos rácios de variâncias são inferiores à unidade, designadamente nos meses de fevereiro e com um maior significado em março de 2020, o que implica que as rendibilidades estão autocorrelacionadas no tempo e, existe reversão à média, não tendo sido identificadas diferenças entre os mercados financeiros. Os expoentes αDFA mostram a presença de memórias longas, permitindo evidenciar que o pressuposto da hipótese de eficiência de mercado poderá ser colocado em causa, uma vez que a previsão do movimento de mercado pode ser melhorada se considerados os movimentos defasados dos restantes mercados, possibilitando a ocorrência de operações de arbitragem. Estes achados corroboram o teste de Ranking e Sinais de Wright, e validam a primeira questão de investigação. Os valores dos $\rho DCCA$ mostram 28 coeficientes de correlação cruzada sem tendência fortes ($0.666 \rightarrow \cong 0.999$), 7 coeficientes de correlação médios ($\cong 0.333 \rightarrow \cong 0.666$), e 1 coeficiente de correlação fraco ($\cong 0.000 \rightarrow \cong 0.333$). Estes resultados evidenciam que a hipótese de diversificação de carteiras poderá ser colocada em causa, validam assim a segunda questão de investigação.

Palavras-chave: Eficiência de Mercado, *Random Walk*, ASEAN-5, COVID-19

JEL: C40, C58, G10, G11, G14, G15, F3

Abstract

Coronavirus, Covid-19 was an outbreak that first appeared in December 2019 in the city of Wuhan, Hubei province, China. It was declared a pandemic by the World Health Organization (WHO) on March 12, 2020. Facing these events this investigation aims to test the efficiency, in its weak form, of the stock markets of Indonesia, Malaysia, Thailand, Singapore, Philippines, China, Japan, South Korea, and the USA, in the period between July 1, 2019, and October 28, 2020. To conduct this study, different approaches were employed to answer the following research questions: i) Did the 2020 global pandemic decrease the efficiency of the stock markets under analysis? ii) If the cross-correlation coefficients between markets are strong could the hypothesis of portfolio diversification be questioned? The results obtained showed that the hypothesis of *random walk* is rejected in all stock market indices, either in Ranking (homoscedastic) or in Signs (heteroscedastic). The results support, therefore, the conclusion that the hypothesis of *random walk* is not supported by the financial markets, in this period of a global pandemic. The values of the variance ratios are lower than the unit, namely in February and with a greater significance in March 2020, which implies that the returns are autocorrelated in time and there is a reversion to the average, not identifying differences between the financial markets. αDFA exponents show the presence of long memories, showing that the assumption of the market efficiency hypothesis can be called into question, since the forecast of market movement can be improved if we consider the lagged movements of the other markets, enabling the occurrence of arbitration operations. These findings corroborate the Wright's Ranking and Signals test and validate the first investigation question. The $\rho DCCA$ values show 28 strong correlation coefficients without a strong trend ($0.666 \rightarrow \cong 0.999$), 7 average correlation coefficients ($\cong 0.333 \rightarrow \cong 0.666$), and 1 weak correlation coefficient ($\cong 0.000 \rightarrow \cong 0.333$). These findings portray the questioning of the hypothesis of portfolio diversification, thus, working to validate the second research question.

Keywords: Market Efficiency, *Random Walk*, ASEAN-5, COVID-19

JEL: C40, C58, G10, G11, G14, G15, F3

Índice

1.	Introdução	1
1.1	Associação de Nações do Sudeste Asiático	3
2.	Revisão de Literatura	4
2.1	A Hipótese de Eficiência de mercados	4
2.2	Estudos Empíricos à forma fraca de eficiência	6
2.2.1	Ásia	6
2.2.2	África	10
2.2.3	América	11
2.2.4	Europa	13
2.3	Impacto da pandemia global nos mercados financeiros estudos empíricos ...	15
2.4	Impacto “guerra preços do petróleo” nos mercados financeiros estudos empíricos	16
3.	Dados e Metodologia	17
3.1	Dados	17
3.2	Metodologia	18
3.2.1	Caracterização da amostra	19
3.2.2	Testes de raízes unitárias em painel	20
3.2.3	Testes de raízes unitárias com quebra de estrutura	21
3.2.4	Eficiência - Teste de Modelo <i>Random Walk</i>	22
3.2.5	Métodos de análises para séries temporais não estacionárias	24
3.2.5.1	Detrended Fluctuation Analysis, DFA	24
3.2.5.2	Coeficiente Correlação Cruzada sem tendência, $\rho DCCA$	26
4.	Resultados	27
5.	Conclusões	39
	Bibliografia	41

Índice de Figuras

Figura 1- Evolução, em níveis, dos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.....	28
Figura 2- Evolução, das rendibilidades, dos 9 mercados de ações no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.	29
Figura 3- Gráficos de quantis respeitantes às rendibilidades dos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.	30
Figura 4- Gráficos de quebras de estrutura para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.....	33

Índice de Quadros

Quadro 1- ASEAN-5 e Índices.....	18
Quadro 2- Países e Índices.	18

Índice de Tabelas

Tabela 1- Interpretação Detrended Fluctuation Analysis	25
Tabela 2-Condições de análise para o coeficiente de correlação cruzada sem tendência	27
Tabela 3- Estatísticas descritivas, em rendibilidades, referentes aos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.....	30
Tabela 4- Testes de Raízes Unitárias em Painel para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.....	32
Tabela 5- Teste de raiz unitária de Clemente et al. (1998) com quebras de estrutura para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.	32
Tabela 6- Testes dos Rácios de Variâncias de Rankings e Sinais de Wright (2000), para as rendibilidades, nos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.....	35
Tabela 7- Exponente DFA para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.....	37
Tabela 8- Quadro resumo dos coeficientes pDCCA, referentes aos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.....	37

Lista de Abreviaturas

ADF	Augmented Dickey–Fuller
AO	Additive Outliers
ASEAN	Association Of Southeast Asian Nations
DCCA	Detrended Cross-Correlation Analysis
DFA	Detrended Fluctuation Analysis
DMA	Detrending Moving Average
DMCA	Detrending Moving Average Cross- Correlation
EUA	Estados Unidos da America
HEM	Hipótese De Eficiência De Mercado
IDE	Investimento Direto Estrangeiro
IO	Innovative Outliers
JII	Jakarta Islamic Index
KPSS	Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin Test
LAC	Latin America And The Caribbean
LLC	Levin, Lin, And Chu
MMQ	Método Dos Mínimos Quadrados
OMS	Organização Mundial De Saúde
OPEP	Organização Dos Países Exportadores De Petróleo
PER	Price To Earnings Ratio
PSI	Portuguese Stock Index
SSE	Shanghai Stock Exchange
SZE	Shenzhen Stock Exchange
USA	United States Of America

1. Introdução

Uma das questões mais pertinentes na literatura financeira relaciona-se com o comportamento dos mercados financeiros, e os potenciais ganhos em que se podem incorrer através da previsibilidade de preços. Desta questão surge um conceito bastante relevante na perspetiva do investidor e do investigador, a eficiência de mercado. Este conceito tem um papel bastante relevante para os investidores que pretendam diversificar os seus portfólios a um nível global, dado o progressivo aumento dos investimentos internacionais, proporcionados devido à crescente globalização dos mercados (Gupta e Basu, 2011). O estudo da eficiência é também de uma importância vital para aqueles que pretendam direcionar os seus investimentos para projetos que lhes permitam, obter no longo prazo melhores rendibilidades (Rehman, Chhapra, Kashif, e Rehan, 2018).

Um mercado é designado por eficiente, quando o preço de um ativo reflete todas as informações disponíveis no mercado. Esta hipótese contempla ainda que qualquer nova informação ou imprevisto seja automaticamente ajustado ao preço (Fama, 1965a, 1965b, 1970). O conceito eficiência de mercado está categorizado por diferentes níveis, considerando o tipo de informação que cada nível contém, Fama (1970) definiu três formas de eficiência. São elas: a fraca, onde os preços dos títulos refletem o seu comportamento histórico; a semiforte, onde os preços dos títulos são o reflexo dos preços históricos e adicionalmente de todas as informações públicas disponíveis; a forte, onde os preços dos títulos refletem todas as informações disponíveis sejam elas históricas, públicas e privadas.

O fenómeno da globalização desencadeou uma necessidade de reorganização por parte dos Estados de maneira a que estes se tornassem mais competitivos levando, por exemplo, à criação de acordos regionais como é o caso da Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN). As inúmeras medidas de desenvolvimento e o constante crescimento económico que presenciamos têm permitido que a economia se torne cada vez mais integrada e propícia ao surgimento de novos mercados, impulsionando o investimento a uma escala global. A hipótese de eficiência de mercados torna-se assim um estudo interessante para um investidor que pretenda diversificar a sua carteira neste tipo de mercados (Malafeyev, Awasthi, Kambekar, e Kupinskaya, 2019). A escolha pelos mercados ASEAN para esta dissertação está relacionada com o impacto que esta região organizacional tem vindo a alcançar a nível global,

alguns autores como Mahbubani, Sng, e Saravanamuttu (2017) consideram-na como o segundo maior caso de sucesso a seguir à União Europeia . Este crescimento tem sido marcado pelo interesse de investigadores, investidores, e reguladores que pretendem considerar estes mercados para os seus estudos de desenvolvimento do mercado financeiro.

A especulação nos mercados financeiros é uma forma que passa pela tentativa dos investidores internacionais conseguirem antecipar os preços dos ativos, porém a própria regulação do mercado ao tentar evitar este processo reduz, em parte, a eficiência informacional dos mercados financeiros, ou seja, as informações que chegam ao mercado não são ajustadas de forma imediata nas cotações, o que ocasiona, por vezes algum desequilíbrio. Face a estes acontecimentos este trabalho de investigação pretende testar a eficiência, na sua forma fraca, nos mercados de ações da Indonésia, Malásia, Tailândia, Singapura, Filipinas, China, Japão, Coreia do Sul, e os EUA, no período entre 01 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020. Para concretizar este objetivo pretendeu-se dar resposta às seguintes questões de investigação: i) A pandemia global de 2020 fez diminuir a eficiência dos mercados de ações em análise?. ii) Se os coeficientes de correlação cruzada entre mercados forem fortes a hipótese de diversificação de carteiras poderá ser colocada em causa?. Os resultados mostram que a hipótese *random walk* é rejeitada em todos os índices bolsistas, não se verificando diferenças entres os mercados de ações analisados, o que valida a primeira questão de investigação. Os valores dos *rhoDCCA* mostram 28 coeficientes de correlação cruzada sem tendência fortes ($0.666 \rightarrow \cong 0.999$), 7 coeficientes de correlação médios ($\cong 0.333 \rightarrow \cong 0.666$), e 1 coeficiente de correlação fraco ($\cong 0.000 \rightarrow \cong 0.333$). Estes resultados mostram que os mercados estão integrados, o que poderá colocar em causa a implementação de estratégias de diversificação de carteiras eficiente, estes achados validam a segunda questão de investigação.

Esta dissertação adiciona contribuições relevantes à literatura. A primeira contribuição está relacionada com a análise da eficiência de mercado, na sua forma fraca, nos mercados de ações da Indonésia, Malásia, Tailândia, Singapura, Filipinas (mercados da Região ASEAN-5), China, Japão, Coreia do Sul, e os EUA, tendo por objetivo aferir a presença de persistência nos índices de preços, ou seja, se estes mercados regionais são previsíveis quando se aplica estratégias de negociação ajustadas. A segunda está relacionada com o período amostral que incorpora a pandemia global de 2020 e a guerra dos preços do petróleo entre a Arábia Saudita

e a Rússia. Tanto quanto se sabe, os autores Aslam, Latif, e Ferreira (2020), Dias, Heliodoro, Alexandre, e Vasco (2020), Dias, Heliodoro, e Alexandre (2020), analisaram a eficiência de mercado, na sua forma, nos mercados de ações asiáticos, porém as questões de investigação, a amostra, e a abordagem foi essencialmente distinta da seguida nesta investigação.

O presente trabalho é constituído por cinco capítulos. O primeiro capítulo é constituído pela introdução e por uma breve apresentação da Associação de Nações do Sudeste Asiático e dos seus principais constituintes. No segundo capítulo é apresentada uma revisão de literatura que engloba aspetos teóricos sobre a hipótese de eficiência de mercado e vários estudos empíricos sobre a eficiência de mercado, na sua forma fraca. No terceiro capítulo são apresentados os dados da amostra e a metodologia utilizada para a realização desta investigação. No quarto capítulo serão apresentados os resultados. Por fim, no quinto e último capítulo serão apresentadas as conclusões gerais desta investigação.

1.1 Associação de Nações do Sudeste Asiático

Considerada por Shaik e Maheswaran (2017) como a maior região comunitária do mundo, a Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN) é uma organização intergovernamental fundada a 8 de agosto de 1967 pela Indonésia, Malásia, Filipinas, Singapura e Tailândia (conhecida como ASEAN-5). Tendo em conta a evolução política e económica da associação foi permitido que mais tarde outros países como o Brunei (1984), Vietname (1995), Laos (1997), Mianmar (1997) e Camboja (1999), viessem a integrar a comunidade. Os principais objetivos desta organização passam pela promoção do crescimento económico e da estabilidade regional entre os estados membros, através do progresso social e do desenvolvimento cultural entre os diferentes membros (Jetin e Mikic, 2016).

A criação de uma zona de comércio livre no ano de 1992 permitiu o aumento da produtividade e competitividade entre nações, o que por sua vez foi fundamental para o aumento da competitividade da região a nível global. Fortemente influenciados pelas práticas de desenvolvimento económico da Ásia Oriental, os mercados membros destacam-se pelas suas economias instáveis e de rápido crescimento, o que se revela bastante atrativo para os investidores (Mahbubani, Sng, e Saravanamuttu, 2017). A região ASEAN é assim um forte atrativo de investimento direto estrangeiro (IDE), considerado como o quarto destino preferencial a nível mundial e o segundo asiático, a seguir à China (Wijeratne, Tripathi, e Sircar,

2018). De acordo com os dados da *ASEANStatsDataPortal*¹ no ano de 2018 os países membros do ASEAN-5 representavam aproximadamente 74% da população dos ASEAN e 87% do seu PIB, o investimento direto estrangeiro (IDE) nos membros fundadores representava aproximadamente 85% do fluxo de IDE de toda a organização.

2. Revisão de Literatura

2.1 A Hipótese de Eficiência de mercados

A primeira noção de eficiência de mercado foi apresentada por Gibson (1889), o autor considerava que o valor que as ações adquiriam ao se tornarem públicas no mercado, era considerado como o melhor valor sobre si mesmas, pois refletiam a informação mais completa. Posteriormente o matemático francês Bachelier (1900), partilhando a mesma ideia de eficiência de mercados, constatou que o comportamento dos preços dos ativos flutuam aleatoriamente e de maneira imprevisível, isto é, são independentes das flutuações anteriores, formulando assim a hipótese de *random walk*. O trabalho de Bachelier (1900) foi uma contribuição para a que viria a ser uma das mais famosas teorias em finanças, a hipótese de eficiência de mercado. Mais tarde académicos como Cowles (1933), Cowles (1944), Working (1949) reforçaram a hipótese de *random walk*, explicando que os investidores não conseguiam influenciar as rendibilidades futuras com base nos preços históricos, logo não conseguiriam fazer frente a um mercado aparentemente “perfeito” de maneira a obter os tão esperados lucros extraordinários.

Posteriormente outros estudos de Roberts (1959), Osborne, (1959), Granger e Morgenstern (1963) reforçaram a hipótese de *random walk*, descrevendo o comportamento dos preços dos ativos como um processo estocástico em que as previsões futuras dos títulos não se deixam afetar pelos seus preços históricos.

Fama (1965b) no seu artigo *The behavior of stock prices* testou empiricamente o comportamento do preço dos ativos através do modelo de *random walk*, através da análise das cotações diárias de trinta títulos do índice *Dow-Jones Industrial Average* entre 1957 e 1962. Os

¹ www.data.aseanstats.org; ASEAN Member States: Selected Basic Indicators

resultados obtidos vão de acordo com o modelo de *random walk*, onde o preço dos ativos não tem memória, impossibilitando assim que os preços no futuro possam ser previstos com base em preços passados, sendo totalmente imprevisíveis.

O mercado eficiente para Fama (1965a) é constituído por um grupo de agentes racionais que compete pela previsão do comportamento dos preços dos ativos. Assumindo que toda a informação relevante já se encontra disponível para todos os participantes do mercado, qualquer nova informação seria rapidamente refletida no preço dos ativos impedindo assim que os agentes conseguissem prever o comportamento de preços e assim obter lucros adicionais, sem ocorrer em riscos adicionais. Sucintamente, um mercado eficiente é aquele em que os seus preços refletem na íntegra, toda a informação disponível (Fama, 1970).

Para Fama (1970), a verificação da hipótese de eficiência de mercado implica que algumas condições sejam verificadas, nomeadamente a inexistência de custos de transação, a acessibilidade gratuita à informação por parte de todos os intervenientes do mercado e por fim a um acordo comum sobre o efeito da informação e o seu impacto corrente e futuro nos títulos. A verificação destas condições são tidas como suficientes mas não como necessárias, uma vez que estes pressupostos não se verificam por completo no mercado real (Fama, 1970).

Tendo em conta o conjunto de informações disponíveis, são três os níveis de eficiência de mercado propostos por Fama (1970):

➤ Forma fraca de eficiência (*weak form efficiency*)

Um mercado é denominado eficiente na sua forma fraca, quando o preço das suas ações incorpora automaticamente a informação dos seus preços históricos. A eficiência fraca é considerada como tipo de eficiência menos exigente de um mercado financeiro, isto porque se fosse possível a obtenção de lucros extraordinários com base na análise de preços históricos, todos os intervenientes do mercado o fariam o que tornaria a hipótese de lucro impossível no longo prazo.

➤ Forma semi-forte de eficiência (*semi-strong form efficiency*)

A eficiência semiforte é atribuída quando o preço dos títulos reflete de imediato toda a informação pública disponível no mercado. Este tipo de eficiência é considerado mais

exigente do que a fraca visto que exige que o mercado reflita nos seus preços toda a informação histórica e a publica disponível à data.

➤ Forma forte de eficiência (*strong form efficiency*)

Este nível de eficiência é o mais complexo, visto que engloba toda a informação disponível no mercado, i.e. preços históricos, informação pública e informação “confidencial”. A eficiência na sua forma forte abrange toda a informação sobre um ativo, o que irá impossibilitar os investidores de transformarem a informação em rendibilidades extraordinárias. Acresce que a tipologia apontada é gradativa, isto é, a forma semiforte de eficiência engloba a forma fraca, ao mesmo tempo que a forma forte engloba os dois níveis anteriores.

De maneira a identificar cada uma das forma de eficiência foram desenvolvidos vários testes de hipóteses que permitiram validar em que estado se encontra o mercado ou até mesmo se este se revela ineficiente (Fama, 1970).

Eugene Fama contribui de uma maneira verdadeiramente positiva, focando grande parte do seu trabalho entre 1970 e 1991 na hipótese de eficiência de mercado. É de notar uma evolução neste tema visto que os trabalhos anteriores a 1970 eram inteiramente a favor da hipótese de eficiência, já os trabalhos posteriores a essa data apresentam alguns resultados díspares.

Fama (1991) aprimorou os testes de níveis de eficiência e sugeriu outras designações com o objetivo de descrever melhor cada tipo de teste. Para os testes de forma fraca, foram incluídas variáveis como taxa de juros, dividendos anuais e o rácio PER e desde aí foi então denominado como teste da previsibilidade das rendibilidades. Os testes de eficiência semiforte que consideram a informação pública na formação dos preços das ações, foram alterados para estudo de eventos. E por fim os testes de forma forte foram alterados para testes de informação privada.

2.2 Estudos Empíricos à forma fraca de eficiência

2.2.1 Ásia

Devido à importância económica e tecnológica que a região asiática tem ganho a nível global são cada vez mais os investidores que procuram estas regiões para diversificar os seus

investimentos, e os acadêmicos que escolhem estas zonas financeiramente mais “exóticas” como alvo de diversos estudos. Hoque, Kim, e Pyun (2007), Charles e Darné (2009a), Hamid, Suleman, Shah, e Akash (2010), Nisar and Hanif (2012), Mishra, Mishra, e Smyth (2015), Dsouza e Mallikarjunappa (2015), Andrianto e Mirza (2016), Shaik e Maheswaran (2017), Aggarwal (2018), Rehman, Chhapra, Kashif, e Rehan (2018), Malafeyev, Awasthi, S.Kambekar, e Kupinskaya (2019), Aslam, Latif, e Ferreira (2020) são alguns dos autores que estudam a eficiência de mercados, na sua forma fraca, na região asiática.

Hoque, Kim, e Pyun (2007) focaram o seu trabalho em vários mercados, considerados na altura como mercados emergentes da economia asiática. Este trabalho observa então a hipótese de random walk nos mercados de ações de Hong Kong, Indonésia, Coreia, Malásia, Filipinas, Singapura, Taiwan e Tailândia. A hipótese é testada com recurso a diversas metodologias entre elas o teste de variâncias por sinais de Wright (2000). Os resultados indicam que os preços das ações não seguem a hipótese de *random walk*, com as possíveis exceções de Taiwan e da Coreia. Outro ponto em análise neste trabalho foi o impacto da crise financeira asiática de 1997 na eficiência destes mercados, isto é, se a rápida abertura destes mercados a investidores estrangeiros impulsionada pelo pós crise financeira alterou de alguma maneira os padrões de preço das ações. Os resultados indicam que os padrões de reversão à média do preço das ações não foram alterados, o que indica que os preços seguem um processo de *random walk*, ou seja, são independentes, não apresentam autocorrelação em série, e são gerados de forma aleatória.

Charles e Darné (2009a) estudaram a hipótese de eficiência nos mercados de ações chinês através da análise dos mercados principais, o Shanghai Stock Exchange (SSE) e o Shenzhen Stock Exchange (SZE), utilizando dados diários durante o período de 1992 a 2007. Estes mercados transacionam maioritariamente ações de dois tipos, Classe A e Classe B, que se diferenciam principalmente pelo tipo de moeda em que são transacionadas. Os resultados apresentados pelos autores indicam que as ações da Classe B para os mercados de ações chineses não seguem a hipótese de random walk e, portanto, são significativamente ineficientes. Por sua vez, as ações de Classe A apresentam resultados que vão mais de encontro com a eficiência.

Hamid, Suleman, Shah, e Akash (2010) estudaram empiricamente a eficiência do mercado, na sua forma fraca, em 14 mercados asiáticos no período de 2004 a 2009. Os autores rejeitam a hipótese de random walk para todos os países do Pacífico Asiático, sugerindo a possibilidade de ganhos extraordinários através do processo de arbitragem nesses mercados.

Nisar and Hanif (2012), examina a hipótese de mercado eficiente, na sua forma fraca, no mercado sul asiático. O autor analisa dados mensais, semanais e diários no período entre 1997 e 2011 dos principais índices do Paquistão, Índia, Sri Lanka e Bangladesh. Através de vários testes estatísticos, como por exemplo o teste de rácio de variâncias, os resultados sugerem que nenhum destes mercados segue a hipótese de *random walk*, logo todos esses mercados não são eficientes, na sua forma fraca.

Mehla and Goyal (2013) validaram a hipótese de eficiência de mercado nos principais índices do mercado de ações indiano. A análise foi feita através de testes paramétricos e não paramétricos que incluíram testes de raízes unitárias, autocorrelação, rácio de variâncias. Os resultados sugerem que o mercado indiano não apresenta comportamentos de *random walk*, logo não é eficiente na sua forma fraca.

Mishra, Mishra, e Smyth (2015) testaram a hipótese de *random walk* para o mercado de ações da Índia. Este estudo contribuiu para a literatura existente sobre a hipótese de eficiência em mercados emergentes, através da utilização de testes de raízes unitárias mais recentes. Os resultados do trabalho apresentado por Mishra, Mishra, e Smyth (2015) mostraram que os índices de ações indianos apresentam uma tendência de reversão à média, o que indica que a hipótese de *random walk* não se verifica para o mercado indiano.

Dsouza e Mallikarjunappa (2015) contribuem para a literatura ao investigar a eficiência de mercado, na sua forma fraca, no mercado de ações indiano através da análise de dados diários da bolsa de ações de Bombaim durante janeiro de 1991 a dezembro de 2012. Os resultados indicam ineficiência, na forma fraca, para o mercado de ações indiano. Este resultado sugere que há uma forma sistemática de explorar as oportunidades de negociação no mercado de ações indiano, levando os investidores a obterem lucros anormais através da exploração dessa oportunidade. A análise de preços históricos é então benéfica para os investidores, uma vez que os resultados indicam que o mercado não é eficiente, na sua forma fraca.

Andrianto e Mirza (2016) investigaram o comportamento do mercado de ações na Indonésia na perspectiva da hipótese de mercado eficiente, na sua forma fraca. Foram utilizados dados diários de preços de ações de empresas cotadas nos índices *Jakarta Islamic Index* (JII) e *Kompas 100 Index*, no período de 2013 até 2014. Através de testes de natureza estatística como o rácio de variância e um teste de correlação em série, os resultados indicaram que o mercado de ações da Indonésia apresenta comportamento de um mercado eficiente, na sua forma fraca. Mais detalhadamente os resultados indicam que os movimentos do preços diários das ações seguem a hipótese de *random walk* e o movimento dos preços das ações não apresenta correlações entre o dia atual e o dia anterior.

Shaik e Maheswaran (2017) examinaram a hipótese de mercado eficiente, nos mercados de ações pertencentes aos ASEAN-8. A análise foi feita através de vários testes, incluindo o teste Wright (2000). As conclusões rejeitaram a hipótese de mercado eficiente para os mercados de ações da Indonésia, Malásia, Filipinas, Tailândia e Vietname. Diferentes conclusões foram obtidas para os mercados do Camboja, Laos e Singapura que se revelaram eficientes, na sua forma fraca.

Aggarwal (2018) analisou o índice de preços das ações da Coreia, no período de julho de 1997 a setembro de 2016. O autor concluiu que as séries deste índice não acompanham um modelo de *random walk*. O autor evidencia o significado que estes resultados tem para os investidores, uma vez que a ineficiência de mercado pode afetar os fluxos domésticos e internacionais existentes dentro de uma economia.

Rehman, Chhapra, Kashif, e Rehan (2018), Malafeyev, Awasthi, S.Kambekar, e Kupinskaya (2019) estudaram empiricamente a eficiência do mercado, na sua forma fraca, em vários mercados financeiros asiáticos. Rehman, Chhapra, Kashif, e Rehan (2018) analisaram os índices do Paquistão, Índia e Sri Lanka. Os resultados indicam que a hipótese de *random walk* e a hipótese de eficiência, na sua forma fraca, não se verificam. Malafeyev, Awasthi, S.Kambekar, and Kupinskaya (2019) analisaram o impacto da crise financeira global de 2008 e a recente crise chinesa de 2015 nos mercados de ações da China e da Índia. Os dados contemplavam os últimos 20 anos da Bolsa de valores de Bombaim e do Índice Composto da Bolsa de Valores de Xangai, divididos em quatro subperíodos (antes crise financeira, durante a crise financeira de 2008, depois da crise do subprime e antes da crise chinesa, e o início da

crise chinesa até à data) Os resultados demonstram que o mercado de ações chinês e indiano não revelam eficiência de mercado, na sua forma fraca.

Aslam, Latif, e Ferreira (2020) através de abordagens multifractais, analisaram a presença de dependências, em nove mercados de economias emergentes asiáticas, entre o período de 2000 a 2020. Os resultados apresentam conclusões híbridas no que respeita aos níveis de dependência. Dos mercados em análise o mercado chinês e o sul-coreano revelaram-se, no longo prazo, os que apresentam menores níveis de dependência. Por outro lado, a Índia e a Malásia apresentaram os níveis de dependências mais elevados, o que os autores sugerem estar relacionado com a existência de possíveis (in) eficiências no mercado.

2.2.2 África

Os mercados financeiros africanos têm vindo a alcançar um papel de importância à escala global, tornando-se assim cada vez mais interessantes para os investidores individuais e institucionais que pretendam diversificar eficientemente as suas carteiras. Assim ao longo dos anos são vários os estudos que tem surgido relativamente ao estudo da hipótese de mercado eficiente (HME) na região africana. Smith, Jefferis, e Ryoo (2002), Simons e Laryea (2006), Obayagbona e Igbinsola (2015), Whisky (2015), Kelikume (2016), Ajekwe, Ibiamke, e Haruna (2017), Lawal, Somoye, e Babajide (2017), Fusthane e M. (2017), Abakah, Alagidede, Mensah, e Ohene-Asare (2018), e Hawaldar, Rohith, e Pinto (2020) analisaram a hipótese de mercado eficiente, na sua forma fraca, em vários mercados eficientes, obtendo resultados diversos entre eles.

Smith, Jefferis, e Ryoo (2002), testaram a hipótese de random walk nos mercados de ações da África do Sul, Egipto, Quênia, Marrocos, Nigéria, Zimbabué, Botsuana e na Maurícia. Os resultados indicaram a rejeição da hipótese de random walk para todos os índices de ações, à exceção do índice pertencente à África do Sul. Simons e Laryea (2006), estudaram a eficiência de mercado na sua forma fraca, no Gana, Maurícias, Egipto e África do Sul. Através de testes paramétricos e não paramétricos os resultados evidenciam a África do Sul como um mercado eficiente, na sua forma fraca, enquanto os restantes mercados são ineficientes. Os resultados deste estudo vão de acordo com o estudo anterior realizados por Smith, Jefferis, e Ryoo (2002).

Obayagbona e Igbinsola (2015), Whisky (2015), Ogbulu (2016), Kelikume (2016) e Ajekwe, Ibiamke, e Haruna (2017) desenvolveram os seus trabalhos sobre o estudo da hipótese de mercado eficiente (HEM) na Nigéria sendo este o país com mais população em África e também um mercado económico em desenvolvimento. Obayagbona e Igbinsola (2015), Whisky (2015), Ogbulu (2016) mostram nos seus trabalhos sinais de ineficiência, na sua forma fraca. Por sua vez Kelikume (2016) conclui que o mercado de ações nigeriano segue o comportamento de random walk durante o período de 1985 a 2015, comprovando assim a hipótese de mercado eficiente. Face a estes resultados, os preços das ações refletem toda a informação disponível no mercado, impedindo assim aos investidores de tentarem prever os preços no longo prazo com o objetivo de obterem rendibilidades anómalas sem incorrer em risco adicional. Ajekwe, Ibiamke, e Haruna (2017) demonstram que o mercado nigeriano é eficiente, na sua forma fraca.

Lawal, Somoye, e Babajide (2017), Fusthane e M (2017), Abakah, Alagidede, Mensah, e Ohene-Asare (2018), Hawaldar, Rohith, e Pinto (2020) testaram a hipótese de arbitragem, ou seja, a possibilidade dos investidores obterem rendibilidades anómalas sem incorrerem em risco adicional. Lawal, Somoye, e Babajide (2017) estudaram a hipótese random walk na Costa do Marfim, Egito, Quênia, Marrocos, Nigéria, África do Sul e Zimbábue. Os autores defendem que a hipótese de eficiência, na sua forma fraca é rejeitada, o que implica que os mercados africanos são ineficientes. Fusthane e M (2017) examinaram o mercado de ações de Joanesburgo, e concluíram que este mercado mostra sinais de ineficiência, na sua forma fraca. Abakah, Alagidede, Mensah, e Ohene-Asare (2018) reexaminaram a hipótese de eficiência, na sua forma fraca, nos mercados de ações da África do Sul, Nigéria, Egito, Gana e Maurícias. Os autores evidenciam que os índices bolsistas da África do Sul, Nigéria e Egito, seguem a hipótese random walk, e são eficientes, na sua forma fraca, enquanto os mercados do Gana e das Maurícias são ineficientes. Hawaldar, Rohith, e Pinto (2020) analisaram a previsibilidade de preços em 8 mercados de ações africanos, evidenciando que os investidores não conseguem obter rendibilidades anómalas, com base nos preços históricos, ou seja, estes mercados são eficientes, na sua forma fraca.

2.2.3 América

O continente americano apresenta duas regiões financeiramente distintas pois inclui mercados desenvolvidos como os EUA , onde se espera que a HEM seja verificada mais

facilmente, e ainda mercados caracterizados emergentes como a região LAC onde se espera uma rejeição da HEM (Borges 2010).

Delfiner (2002), Maya e Torres (2004), Hasan, Kadapakkam e Ma (2004), Worthington e Higgs (2006), Hatgioannides e Mesomeris (2007), Tabak (2007), Freitas, De Souza e de Almeida (2009), Charles e Darné (2009b), Serletis e Rosenberg (2009), Dias, da Silva, e Dionísio (2019), Dias, Heliodoro, Teixeira, e Godinho (2020).

Delfiner (2002) realizou um estudo de *benchmarking* entre o mercado da Argentina e o mercado dos Estados Unidos com o propósito de testar empiricamente a hipótese de *random walk*. O autor conclui que as rendibilidades não seguem uma distribuição normal, e os ativos locais evidenciam algum nível de dependência entre si, o que é favorável à hipótese de ineficiência de mercado, o que nos indica que há possibilidade de obter rendimentos extra sem incorrer em riscos adicionais.

Maya e Torres (2004) focaram o seu trabalho na hipótese de eficiência de mercado, na sua forma fraca, através da análise do mercado colombiano. Embora os resultados não possam considerar a Colômbia como um mercado puramente ineficiente, este mercado tem vindo a evoluir nessa direção.

Mais tarde, Hasan, Kadapakkam e Ma (2004) contribuíram para a investigação sobre o estudo das rendibilidades de mercado e a suas previsões através da análise de vários mercados da América do Sul. Os autores utilizaram os preços de fecho, cotados em moeda local da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, México, Peru e Venezuela. Os resultados obtidos foram mistos devido à diversidade de países existentes na amostra, os mercados da Argentina e Costa Rica seguem a hipótese de eficiência de mercado, na sua forma fraca, Por sua vez, o Peru mostra-se ineficiente, na sua forma fraca, independentemente da frequência dos dados utilizados. Adicionalmente, os resultados para os restantes mercados variam devido ao tipo de dados utilizados (diários, semanais ou mensais).

Serletis, Uritskaya, e Uritsky (2008) e Charles e Darné (2009b) testaram empiricamente a hipótese de *random walk*. Serletis, Uritskaya, e Uritsky (2008) analisaram o mercado Norte Americano, através de uma abordagem físico estatística, *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA). Os resultados indicaram que o mercado de ações dos EUA apresenta um

comportamento próximo daquele previsto pela hipótese de mercado eficiente, A pesquisa de Charles e Darné (2009b) incidiu sobre um grupo de mercados emergentes na região da América do Sul. Os resultados indicaram a rejeição da hipótese de *random walk* para a Argentina, Brasil, Chile e México, o que significa que estes mercados não são eficientes na sua forma fraca. Por sua vez o Equador apresenta resultados inconclusivos face à sua eficiência.

Serletis e Rosenberg (2009) analisaram um conjunto de dados diários, pertencentes a quatro índices do mercado Norte Americano, durante o período de 2001 a 2006. Através de uma nova técnica, *Detrending Moving Average* (DMA), os resultados indicaram que as rendibilidades do mercado de acções dos Estados Unidos apresentam anti-persistência (reversão à média).

Dias, da Silva, e Dionísio (2019) investigaram a presença de memórias longas, isto é a persistência nas rendibilidades nas séries durante um período compreendido entre 1999 e 2016 nos mercados da América Latina. Os resultados da pesquisa indicam que a maioria dos índices de preços de mercado não exibem memórias longas significativas ao longo da amostra, o que indica que os mercados em estudo se possam caracterizar como eficientes.

Dias, Heliodoro, Teixeira, e Godinho (2020) os autores testaram a hipótese de eficiência, na sua forma fraca em vários mercados internacionais, incluindo dois mercados da região LAC (Brasil e México), e os EUA, entre 2002 e 2019. Os resultados sugerem a existência de reversão à média, o que indica que a hipótese de random walk não se verifica para os mercados em análise.

2.2.4 Europa

O mercado acionista europeu caracteriza-se pela enorme conectividade entre os diferentes mercados domésticos da região. Estes mercados são também bastante relevantes devido à importância financeira que atingem a nível mundial. Autores como Smith e Ryoo (2003), Borges (2010), Borges (2011), Sensoy e Tabak (2015), Caporale, Gil-Alana, e Poza (2020), Milos, Hatiegan, Milos, Barna, e Botoc (2020) apresentaram estudos individuais ou de grupo sobre a hipótese de eficiência, na sua forma fraca, em diversos mercados de acções da Europa.

Smith e Ryoo (2003) desenvolveram um estudo sobre a hipótese de *random walk* em cinco mercados europeus emergentes, assim caracterizados pela sua média dimensão. Os dados utilizados pertenciam aos países Grécia, Hungria, Polónia, Portugal e Turquia, durante o período de 1991 a 1998. A hipótese de *random walk* é testada através do teste Chow e Denning (1993). Os autores evidenciam e tendo por base os resultados quatro mercados rejeitam a hipótese random walk, devido à autocorrelação nas rendibilidades, enquanto o mercado da Turquia, segue a hipótese de *random walk*.

Borges (2010, 2011) tem desenvolvido um extenso trabalho sobre o mercado europeu e o estudo da sua eficiência, ao nível da forma fraca . Borges (2010) testou a eficiência de mercado nos principais índices do Reino Unido, França, Alemanha, Grécia e Portugal no período de 1993 a 2007. Os resultados não foram uniformes, a partir da análise de dados diários a hipótese de eficiência para Portugal e Grécia é rejeitada, no entanto após 2003 estes dois índices passam a seguir um comportamento de martingale (heterocedástico), isto é o comportamento dos preços passados não ajudam a prever as flutuações dos preços futuros. Borges (2011) testa a hipótese de *random walk*, através do principal índice português, o PSI-20 no período de 1993 a 2006. Os resultados indicam que o mercado português a partir de 2000 tem vindo a apresentar um comportamento semelhante à hipótese de *random walk*, isto significa que o mercado português tem se tornado mais eficiente, na sua forma fraca, nos últimos anos. Estes resultados vão de encontro com aquilo que a autora já havia testado anteriormente.

Sensoy e Tabak (2015), investiga a presença de memórias longas em todos os mercados de ações da União Europeia, no período posterior à introdução da moeda única. Os resultados indicam que todos os mercados são diferentes e apresentam memórias longas variáveis ao longo do tempo. Os autores sublinham ainda os efeitos adversos da crise financeira global de 2008 na maioria dos mercados de ações da União Europeia. Por sua vez, a crise da dívida soberana europeia teve impacto significativo nos mercados da França, Espanha e Grécia.

Caporale, Gil-Alana e Poza (2020) analisaram os índices bolsistas da Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Espanha, com o intuito de encontrar a presença de memórias longas nas séries dos índices. Os resultados comprovam a presença de memórias longas, o que poderá ser prejudicial para a hipótese a eficiência de mercado, na sua forma fraca.

Milos, Hatiegan, Milos, Barna e Botoc (2020) analisaram vários mercados da Europa Central e de Leste. Os resultados indicam que as rendibilidades exibiam correlações de longo prazo, o que indica que os mercados de ações em estudo rejeitam a hipótese de eficiência.

2.3 Impacto da pandemia global nos mercados financeiros estudos empíricos

Declarada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a maior crise sanitária global, a pandemia global (COVID-19) teve um grande impacto no mercado de ações. A incerteza global gerada por este acontecimento provocou uma grande volatilidade no mercado causando impactos superiores à depressão de 1929 e à crise financeira global de 2008 (Baker et al., 2020).

Dada a velocidade e a intensidade com que a atual pandemia atingiu o mercado, esta tornou-se um fenómeno relevante de estudo. Alguns autores como Kanno (2020), Takyi e Bentum-Ennin (2020), Aslam, Mohti, e Ferreira (2020) estudam empiricamente o impacto do COVID-19, e consequentemente o modo como os mercados financeiros foram contagiados.

Considerada por vários autores como uma das pandemias mais graves da história da humanidade, o coronavírus (COVID-19) é abordado por Kanno (2020) pelo possível efeito de contágio em rede nos mercados financeiros. Kanno (2020) estuda o impacto do COVID-19 e os efeitos de correlação no mercado de ações japoneses, através da análise dos índices de mercado de ações de Tóquio. Numa perspetiva financeira, os resultados deste estudo indicam que os mercados financeiros foram sem dúvida bastante afetados dada a escassez de conhecimento de como os mercados se relacionam entre si. Os autores sugerem um melhor conhecimento do funcionamento das estruturas em rede, aliada a um conjunto de medidas que permitam uma melhor gestão de risco que conseguiram dar resposta a este tipo de situações excecionais, como o exemplo da pandemia.

Takyi e Bentum-Ennin (2020) avaliaram o impacto da pandemia COVID-19 no funcionamento do mercado de ações em vários países africanos. Através da análise diária do mercado de ações entre outubro de 2019 a junho de 2020 os autores concluíram que a pandemia COVID-19 tem efeitos negativos sobre o mercado acionista africano.

Aslam, Mohti, e Ferreira (2020) avaliam o nível de eficiência durante a pandemia nos mercados de ações da Itália, França Alemanha, Espanha, Áustria, Bélgica, Reino Unido e

Holanda através da observação de dados intradiários com uma frequência de cinco minutos, durante o período de 1 de janeiro de 2020 a 23 de março de 2020. Numa perspetiva global, os resultados rejeitam o processo de *random walk*. Sendo o mercado de ações espanhol o mais eficiente, enquanto o menos eficientes são o mercado da Áustria e o do Reino Unido.

L. Liu, Wang, e Lee (2020) exploram através da sua pesquisa a relação entre a pandemia COVID-19, e dois dos mercados mais relevantes dos Estados Unidos: o petróleo bruto e as ações. Através de um modelo de autorregressão vetorial de parâmetros variáveis no tempo os resultados obtidos indicam que há uma ligação negativa entre os rendibilidades do petróleo bruto e os rendibilidades das ações. Contrariamente ao que era expectável, os efeitos da pandemia COVID-19 não exercem efeitos negativos, mas sim efeitos estatisticamente significativos e positivos nas rendibilidades do petróleo bruto e das ações.

Okorie e Lin (2020), Heliodoro, Dias, e Alexandre (2020) avaliaram os efeitos da pandemia COVID-19 no contágio entre mercados financeiros. Okorie e Lin (2020) através de uma abordagem fractal, estudaram de 32 mercados de ações das principais economias afetadas pelo COVID-19 em dois períodos, um anterior e outro posterior ao surto de COVID-19. Usando os coeficientes *Detrending Moving-Average Cross-Correlation* (DMCA) e *Detrended cross-correlation* (DCCA), os resultados confirmam um efeito fractal de contágio da pandemia COVID-19 nas bolsas de valores. Este efeito fractal de contágio é caracterizado pela sua curta duração, isto é, vai desaparecendo ao longo do tempo e pode ser observado nas rendibilidades e na volatilidade do mercado de ações. Heliodoro, Dias, e Alexandre (2020) focaram o seu trabalho nos mercados da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Peru e nos EUA, no período de 2015 a 2020. Com o objetivo de perceber se a pandemia global COVID-19 havia acentuado o contágio entre os mercados financeiros em análise, foram utilizados vários modelos econométricos que demonstraram que a pandemia apresentou níveis de contágios inferiores ao esperado, o que poderá ser interessante para os investidores que procurem oportunidades nestes mercados, pois estes resultados podem indicar estratégias de diversificação eficientes.

2.4 Impacto “guerra preços do petróleo” nos mercados financeiros estudos empíricos

A determinação do preço do petróleo enquanto *commodity* é caracterizada por flutuações baseadas na oferta e na procura de mercado. No entanto, as variações no preço do

petróleo são extremamente sensíveis face a fatores externos ao mercado, como os movimentos estratégicos por parte dos grandes produtores mundiais, eventos políticos, e especulações com o objetivo de causar desequilíbrios nos mercados (Kaufmann e Connelly, 2020).

Em março de 2020, a Arábia Saudita o principal membro produtor da OPEP² envolveu-se numa guerra comercial com a Rússia pelo valor do barril do petróleo. Esta “guerra” pelo preço do petróleo teve origem com o agravamento da pandemia global (COVID-19) e como consequência o isolamento social, o que levou a uma diminuição na procura deste combustível fóssil, registando-se valores muito inferiores aqueles apresentados no passado em crises históricas relevantes como à depressão de 1929 e à crise financeira global de 2008 (Hanieh, 2020) . De modo a estabilizar o preço e a controlar os níveis desta *commodity* no mercado, a Arábia Saudita decidiu diminuir os níveis de produção, reduzindo a oferta global. Por sua vez, a Rússia não aceitou esta medida e a falta de acordo entre os maiores produtores de petróleo mundial fez com que a Arábia Saudita aumentasse a produção gerando mais oferta o que levou à queda internacional dos preços prejudicando vários mercados, incluindo o mercado russo (Ajami, 2020).

3. Dados e Metodologia

3.1 Dados

De forma a dar resposta às questões de investigação, serão analisados os índices de preços dos mercados de ações dos países fundadores da Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN), nomeadamente a Indonésia, Malásia, Tailândia, Singapura e Filipinas, assim como os mercados da China, Japão, Coreia do Sul, e os EUA, no período entre 01 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.

Para tal foram obtidos através da plataforma *DataStream* os preços de fecho, com escalas de tempo diárias (cotadas em moeda local). A manutenção das cotações em moeda local está relacionada com as distorções das taxas de câmbios, assim como a volatilidade extrema presente nas moedas locais asiáticas. A amostra compreende o período de 1 de julho 2019 a 28 de outubro de 2020, para os seguintes mercados de ações asiáticos:

² Organização dos Países Exportadores de Petróleo

Quadro 1- ASEAN-5 e Índices.

País	Índice
Indonésia	INDONESIA-DS Market
Malásia	MALAYSIA-DS Market
Filipinas	PHILIPPINE-DS Market
Singapura	SINGAPORE-DS Market
Tailândia	THAILAND-DS Market

Fonte: Elaboração Própria

De forma complementar, e tendo como objetivo a comparação com mercados de referência serão utilizados outros mercados de ações como os Estados Unidos, China, Japão e Coreia do Sul.

Quadro 2- Países e Índices.

País	Índice
EUA	US-DS Market
China	CHINA A-DS Market
Japão	JAPAN-DS Market
Coreia do Sul	KOREA-DS Market

Fonte: Elaboração Própria

A opção por este período amostral está relacionado com o estudo de Nsoesie, Rader, Barnoon, Goodwin, e Brownstein (2020). Segundo estes autores da Harvard Medical School, surgiram evidências que o vírus terá surgido na cidade de Wuhan, China, num período anterior a dezembro de 2019. O estudo baseou-se na observação de um aumento de veículos no estacionamento dos centros hospitalares, e também por um elevado número de pesquisas nos motores de busca chineses (Baidu) relacionadas com sintomas do vírus, no final do verão de 2019.

3.2 Metodologia

No presente capítulo será apresentada a metodologia utilizada para dar resposta às questões de investigação em análise, os testes serão realizados com recurso ao software *EViews 11*. A caracterização da amostra foi calculada através de um conjunto de métodos de estatística descritiva, seguidos do teste de Jarque e Bera (1980) para analisar a distribuição das séries temporais. De seguida, e com o objetivo de validar a estacionariedade das séries, i.e. média e

variância constantes, o que implica que os seus elementos não estejam correlacionados (processo de ruído branco) serão utilizados os testes de raiz unitárias em painel por Hadri (2000) Breitung (2000), e Levin, Lin, e Chu, (2002). Com o objetivo de determinar a existência de quebras de estruturas nos mercados financeiros em estudo e as respectivas datas será utilizado o teste Clemente, Montañés, e Reyes (1998). Para testar a eficiência de mercado, na sua forma fraca, será utilizado o teste não paramétrico desenvolvido por Wright (2000). E por último, de forma a validar os resultados será empregue a metodologia *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) de Peng et al. (1994), e o coeficiente de correlação cruzado sem tendência (*rhoDCCA*) de Zebende (2011).

Este trabalho foi elaborado com base nas rendibilidades dos índices dos mercados financeiros em substituição dos preços originais pois estas são mais atrativas para os investidores e, estatisticamente apresentam propriedades mais fáceis de analisar do que os preços (Tsay, 2002). O cálculo foi efetuado através da equação:

$$R_t = \ln (P_t/P_{t-1}) \quad (1)$$

Onde:

R_t - rendibilidade diária do índice;

P_t - cotação de fecho no dia t ;

P_{t-1} - cotação de fecho no dia $t-1$;

3.2.1 Caracterização da amostra

A caracterização da amostra foi realizada através da análise de medidas estatísticas como a média, o desvio padrão, e os coeficientes de assimetria (S) e curtose (K).

De forma a corroborar os resultados obtidos anteriormente e para analisar a distribuição das séries temporais em estudo, foi utilizado o teste de Jarque e Bera (1980). Este teste tem como objetivo testar a normalidade da distribuição através da comparação da assimetria e da curtose dos resíduos com os valores assumidos numa distribuição normal.

A estatística de teste mede então a diferença entre a assimetria e a curtose da série com os valores esperados numa distribuição normal, sendo calculada por:

$$Jarque-Bera = \frac{N}{6} (S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}) \quad (2)$$

A hipótese nula do teste assume que os erros seguem uma distribuição normal com média igual a 0 e variância constante.

$$H_0 = \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \text{ vs } H_1 = \text{rejeita-se } H_0 \quad (3)$$

O teste de Jarque e Bera (1980) destaca-se pela sua facilidade de utilização devido ao uso de apenas dois componentes como a assimetria e a curtose.

3.2.2 Testes de raízes unitárias em painel

De seguida, e com o propósito de analisar uma das principais características das séries temporais, a estacionariedade, foram utilizados testes de raízes unitárias em painel. Estes testes resultam de uma combinação de dados de série temporal com dados em corte transversal, e a sua escolha face a testes mais tradicionais, está relacionado com o facto destes serem mais robustos e de maior capacidade estatística quando comparados a testes de séries temporais individuais (Banerjee, 1999; Maddala e Wu, 1999).

Neste trabalho foram utilizados os testes propostos por Hadri (2000) Breitung (2000), Levin et al. (2002) que assumem a existência de um processo de raiz unitária comum.

O teste de raiz unitária em painel de Hadri (2000) é similar ao teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, e Shin (1992) mais conhecido por KPSS. A hipótese nula assume que não existe nenhuma raiz unitária em nenhuma das séries do painel (i.e., todos os painéis são estacionários), contra a hipótese alternativa de que pelo menos existe uma raiz unitária no painel. O teste de Hadri (2000) é baseado nos resíduos do método dos mínimos quadrados (MMQ) obtidos da regressão y_{it} sobre uma constante, ou sobre uma constante e uma tendência.

Considerando o modelo:

$$y_{it} = r_{it} + \beta_i t + \varepsilon_{it}, \quad (4)$$

Onde r_{it} representa um random walk:

$$r_{it} = r_{it-1} + u_{it}, \quad (5)$$

Mais especificamente o teste é representado pelas seguintes hipóteses:

$$H_0: \lambda = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_\varepsilon^2} = 0 \text{ vs } H_1: \lambda > 0 \quad (6)$$

O teste de Breitung (2000) e o teste de Levin et al. (2002) derivam do teste de raiz unitária de Dickey e Fuller (1981) aumentado (ADF), que postulam que a hipótese nula têm

raízes unitárias (variância inconstante), tendo como hipótese alternativa a presença de estacionariedade, ou seja, de um ruído branco (média 0; variância 1) .

Ambos os testes são construídos com base nas especificações do teste ADF:

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + \sum_{j=1}^{\rho_i} \beta_{ij} \Delta y_{it-j} + X'_{it} \delta + \epsilon_{it} \quad (7)$$

Onde as hipóteses podem ser apresentadas por:

$$H_0: \alpha = 0 \quad (8)$$

$$H_1: \alpha < 0 \quad (9)$$

Tanto o método de Levin, Lin, and Chu (LLC), como o de Breitung derivam das estimativas do coeficiente α , a partir das *proxies* Δy_{it} e y_{it} padronizadas e independentes de autocorrelação e componentes determinísticas.

Embora os testes postulem as mesmas hipóteses, a sua construção é diferenciada em dois momentos. No teste de Levin et al. (2002) as regressões auxiliares de Δy_{it} e y_{it} são feitas sobre o desfasamento Δy_{it-j} e sobre a variável exógena, X_{it} , por sua vez Breitung (2000) não utiliza a componente exógena e as *proxies* são transformadas e sem tendência. Por último, ambos os modelos obtêm a estimativa do coeficiente α partir da equação *pooled* das *proxies* Δy^*_{it} e Δy^*_{it-1} :

$$\Delta y^*_{it} = \alpha y^*_{it-1} + \eta_{it} \quad (10)$$

3.2.3 Testes de raízes unitárias com quebra de estrutura

O conceito de estacionariedade pressupõe que os parâmetros das séries se comportem de maneira constante ao longo do tempo. Contrariamente, a existência de perturbações em pelo menos um desses parâmetros, num momento específico no tempo origina quebras de estrutura (Hansen, 2001). Para analisar a presença de quebras de estrutura, e as respectivas datas de ocorrência nos diferentes mercados em análise recorreu-se ao teste de raiz unitárias de Clemente et al. (1998).

O teste de Clemente et al. (1998) identifica até duas quebras estruturais considerando a hipótese de dois eventos distintos na mesma série temporal: a existência de outliers aditivos

(AO) que capturam uma mudança instantânea na série, e a existência de outliers inovativos (IO) que são caracterizados por uma mudança progressiva na média das séries.

A hipótese nula por Clemente et al. (1998) testa a presença de uma raiz unitária e é dada pela seguinte expressão:

$$H_0 = y_t = y_{t-1} + \delta_1 DTB_{1t} + \delta_2 DTB_{2t} + u_t \quad (11)$$

A hipótese alternativa testa a estacionariedade da série com quebra estrutural, e é dada por:

$$H_1 = y_t = \mu + d_1 DU_{1t} + d_2 DTB_{2t} + e_t \quad (12)$$

a dummy DTB_{it} representa uma variável de pulso assumindo o valor de 1 se $t = TB_i + 1$ ($i = 1, 2$) e 0 em caso contrário. Temos ainda que $DU_{it} = 1$ se $t > TB_i$ para ($i = 1, 2$) e 0 no caso inverso. Caso $DU_{it} = 1$ se $t > TB_1$ para $i = 1, 2$ e 0 no caso contrário, onde TB_1 e TB_2 são os períodos em que a média é modificada. Os autores defendem que $TB_i = \lambda_i T$ ($i = 1, 2$) intervala entre $0 < \lambda_1 < 1$ $\lambda_2 > \lambda_1$.

Se considerarmos que as duas quebras pertencem aos outliers inovativos (IO), podemos testar a hipótese de raiz unitária ao estimar em primeiro lugar o modelo:

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \delta_1 DTB_{1t} + \delta_2 DTB_{2t} + d_1 DU_{1t} + d_2 DU_{2t} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (13)$$

Por sua vez, ao considerar que as quebras estruturais se representam melhor por outliers aditivos (AO), é testada a hipótese nula de existência de raiz unitária através dos seguintes procedimentos.

1. Remove-se a parte determinística da variável e estima-se o modelo:

$$y_t = d_1 DU_{1t} + d_2 DU_{2t} + \tilde{y}_t \quad (14)$$

2. É testada a hipótese de que $\rho = 1$ e procura-se o valor mínimo da estatística da razão- t no modelo:

$$\tilde{y}_t = \sum_{i=1}^k \omega_{1i} DTB_{1t-i} + \sum_{i=1}^k \omega_{2i} DTB_{2t-i} + \rho \tilde{y}_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta \tilde{y}_{t-i} + e_t \quad (15)$$

Para um melhor esclarecimento sobre esta metodologia consultar o artigo de Clemente et al., (1998).

3.2.4 Eficiência - Teste de Modelo *Random Walk*

Com o propósito de testar a eficiência de mercado, na sua forma fraca, utilizámos um teste desenvolvido por Wright (2000), que consiste numa versão não paramétrica dos testes de

variâncias de Lo e MacKinlay (1988). Trata-se de um teste mais resiliente a séries temporais que não exibam normalidade, e é bastante consistente quando as mesmas apresentam correlação em série. A metodologia deste autor consiste em dois tipos de testes que tem por base a distribuição das séries: (i) para séries homocedásticas o teste de Variância por Rankings; e (ii) para séries heterocedásticas o teste de Variância por Sinais.

O teste de Variância por Rankings tem por base a ordenação das observações das rendibilidades da série temporal. Considera-se $r(r_t)$ como a posição da rendibilidade, r_t , entre r_1, r_2, \dots, r_T :

$$r'_{1t} = \frac{\left(r(r_t) - \frac{T+1}{2}\right)}{\sqrt{\frac{(T-1)(T+1)}{12}}} \quad (16)$$

$$r'_{2t} = \Phi^{-1}\left(\frac{r(r_t)}{T+1}\right) \quad (17)$$

Onde Φ^{-1} traduz a distribuição normal padronizada inversa cumulativa, r'_{1t} é uma transformação linear padronizada da posição das rendibilidades e r'_{2t} é uma transformação normal inversa padronizada.

$$R_1(q) = \left(\frac{\frac{1}{Tq} \sum_{t=q+1}^T (r'_{1t} + r'_{1t-1} + \dots + r'_{1t-q})^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=q+1}^T (r'_{1t})^2} - 1 \right) \times \left(\frac{2(2q-1)(q-1)}{3qT} \right)^{-1/2} \quad (18)$$

$$R_2(q) = \left(\frac{\frac{1}{Tq} \sum_{t=q+1}^T (r'_{2t} + r'_{2t-1} + \dots + r'_{2t-q})^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=q+1}^T (r'_{2t})^2} \right) \times \left(\frac{2(2q-1)(q-1)}{3qT} \right)^{-1/2} \quad (19)$$

A rejeição da hipótese de *random walk* das rendibilidades é gerada por um processo de simulação, em que os valores das estatísticas r'_{1t} e r'_{2t} são substituídos pelos valores simulados r'^*_{1t} e r'^*_{2t} . Recorrendo a estimativas de *bootstrap*, que resultam na geração sucessiva e aleatória de dados, de forma a simular as propriedades estatísticas da verdadeira distribuição da amostra, a distribuição exata de $R_1(q)$ e $R_2(q)$ pode ser aproximada a um determinado nível de confiança.

A metodologia de Wright (2000), propõe um segundo teste, designado por rácio de variâncias por sinais, que considera o sinal das rendibilidades, r_t , para calcular o rácio de sinais, sendo o mesmo heterocedástico, assim sendo, podemos recorrer à seguinte estatística de teste, ora vejamos:

$$S_1(q) = \left(\frac{\frac{1}{Tq} \sum_{t=q+1}^T (S_t + S_{t-1} + \dots + S_{t-q})^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=q+1}^T (S_t)^2} \right) \times \left(\frac{2(2q-1)(q-1)}{3qT} \right)^{-1/2} \quad (20)$$

onde

$$S_t = 2v(r_t, 0) \quad (21)$$

$$v(x_t, p) = \begin{cases} 0,5 & \text{se } x_t > p \\ -0,5 & \text{se } x_t \leq p \end{cases} \quad (22)$$

A distribuição de $S_1(q)$ pode ser aproximada através de $S_1^*(q)$ recorrendo a técnicas de *bootstrap*, tal como aconteceu no rácio de variância por *rankings*. $S_1^*(q)$ é obtida a partir da sequência $\{S_t^*\}_{t=1}^T$, onde cada um dos seus elementos a poder registar os valores 1 ou -1, com a mesma probabilidade.

3.2.5 Métodos de análises para séries temporais não estacionárias

Para corroborar os testes de eficiência de mercado apresentados anteriormente, vão ser utilizadas outras metodologias como o *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) desenvolvido por Peng et al. (1994) e o coeficiente de correlação cruzado sem tendência (*rhoDCCA*) de Zebende (2011) que se caracterizam pela sua aplicabilidade na análise de séries temporais em regime não estacionário.

3.2.5.1 Detrended Fluctuation Analysis, DFA

O método *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) é aplicado para identificar e mensurar a autocorrelação de séries temporais não estacionárias, originalmente foi desenvolvido por Peng et al. (1994) para analisar o comportamento do DNA. Este método tem sido utilizado para análise de séries temporais em vários campos de estudo, porém na área dos mercados financeiros são destacados os trabalhos de Mantegna e Stanley (1995), Liu et al., (1999), Podobnik e Stanley, (2008), Ruan e Zhou (2011) e Zebende, Da Silva, e Machado Filho (2013).

O cálculo do método DFA é feito pelo menos através dos seguintes passos (Machado Filho, Da Silva, e Zebende, 2014):

1. Considerando uma variável u_i com i a variar entre 1 e N (representa o comprimento da série temporal), o primeiro passo consiste na integração do sinal u_i de modo a obter a série integrada $y(k)$:

$$y(k) = \sum_{i=1}^k [u_i - \langle u \rangle] \quad (23)$$

onde $\langle u \rangle$ representa a média de u_i e $k = 1, \dots, N$;

2. A série $y(k)$ é dividida em intervalos de igual comprimento n .
3. Para cada intervalo de comprimento n , $y(k)$ é ajustado através de uma função polinomial de ordem I, demonstrado por $y_n(k)$ que representa a tendência local no intervalo.
4. O sinal integrado $y(k)$ é subtraído de $y_n(k)$ em cada amplitude de tamanho n .
5. Para um determinado intervalo de tamanho n , a *root mean square fluctuation*, $F(n)$ para este sinal integrado e sem tendência é calculado por:

$$F_{DFA}(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - y_n(k)]^2} \quad (24)$$

6. O cálculo acima deve ser realizado por um período repetido com n a variar entre $4 \leq n \leq N/4$, de maneira a fornecerem uma relação entre F_{DFA} e n .

O significado do expoente α obtido por meio do *DFA* é interpretado da seguinte forma:

Tabela 1- Interpretação *Detrended Fluctuation Analysis*

Expoente	Tipo de sinal
$\alpha_{DFA} < 0.5$	Anti-persistência de longo alcance (memórias de curto prazo)
$\alpha_{DFA} \approx 0.5$	Não existe autocorrelação (ruído branco)
$\alpha_{DFA} > 0.5$	Persistência de longo alcance (memórias de longo prazo)

Fonte: Elaboração própria.

A análise do expoente α obtido através do método DFA permite avaliar como a tendência observada na série temporal passada x_k pode influenciar o comportamento da série temporal futura x_{k+t} , indicando ou não um efeito de memória longa na série temporal.

3.2.5.2 Coeficiente Correlação Cruzada sem tendência, $\rho DCCA$

Com o objetivo de quantificar o nível de correlação cruzada entre séries temporais não estacionárias e em diferentes escalas de tempo, Zebende (2011) propõe o coeficiente de correlação cruzada, $\rho DCCA$, um coeficiente que tendo por base o método do DFA e do DCCA. O coeficiente possui um intervalo que varia entre $-1 \leq \rho DCCA \leq 1$, o -1 significa anti persistência, 1 correlação perfeita e 0 inexistência de correlação cruzada.

Este método é caracterizado pela sua aplicação em diversas áreas científicas, no estudo dos mercados financeiros destacam-se os trabalhos de Podobnik, Jiang, Zhou, e Stanley (2011), Gu, Shao, e Wang (2013) e Reboredo, Rivera-Castro, e Zebende (2014).

O algoritmo do $\rho DCCA$ pode ser descrito através de 5 etapas (Dias, da Silva, e Dionísio, 2019):

1. Considerando as séries temporais, x_t e y_t , com $t = 1, 2, 3, \dots, N$ (N representa o comprimento da série temporal). Através da integração das mesmas, obtém-se duas séries novas:

$$xx_k = \sum_{t=1}^k x_t \text{ e } yy_k = \sum_{t=1}^k y_t \quad (25)$$

2. As duas séries integradas, xx_k e yy_k são divididas em $(N - S)$, janelas sobrepostas de igual comprimento, s :

$$4 \leq s \leq \frac{N}{4} \quad (26)$$

3. A tendência local de cada janela é calculada pelo ajuste dos mínimos quadrados de cada série, $xP_i(k)$ e $yP_i(k)$. Adicionalmente, é estimada a covariância dos resíduos para cada janela:

$$f_{xy}^2(s, i) = \frac{1}{(s + 1)} \sum_{k=1}^{i+s} (xx_k - xP_i(k))(yy_k - yP_i(k)) \quad (27)$$

4. Os valores médios sobre todos os $(N - S)$, são calculados para obter uma nova função covariância:

$$F_{xy}^2(s) = \frac{1}{(N-s)} \sum_{i=1}^{N-s} f_{xy}^2(s, i) \quad (28)$$

5. Por último, o coeficiente de correlação $\rho DCCA$ é estimado por:

$$\rho DCCA(s) = \frac{F_{xy}^2(s)}{F_{xx}(s)F_{yy}(s)} \quad (29)$$

Da Silva et al. (2016) definem as condições para interpretar os valores do coeficiente de correlação cruzada sem tendência, $\rho DCCA$, quando estes apresentam valores positivos. A tabela seguinte descreve a sua interpretação.

Tabela 2- Condições de análise para o coeficiente de correlação cruzada sem tendência

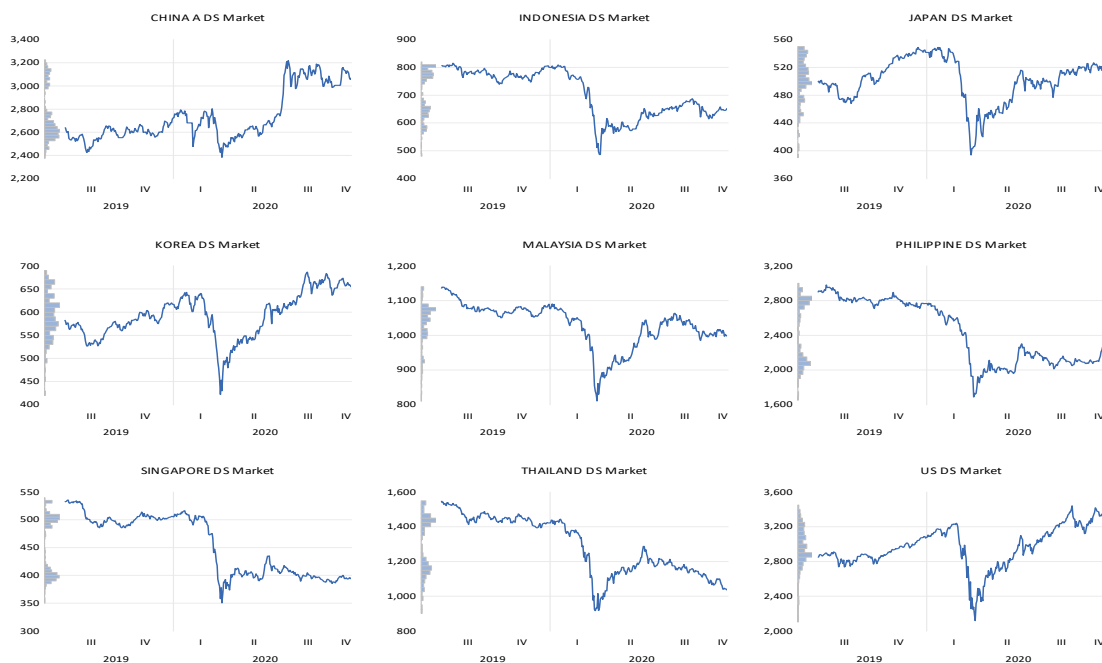
$\rho DCCA$		
Fraco	Médio	Forte
$\cong 0.000 \rightarrow \cong 0.333$	$\cong 0.333 \rightarrow \cong 0.666$	$\cong 0.666 \rightarrow \cong 0.999$

Fonte: Elaboração própria.

4. Resultados

Através de figura 1 é apresentada a evolução, em níveis, dos 9 mercados de ações em análise no período de julho de 2019 a outubro de 2020. Como podemos observar, através dos gráficos todos os mercados sugerem a existência de quebras de estrutura bastante acentuadas no primeiro trimestre do ano de 2020. Os meses de fevereiro e março indicam a presença de quebras mais robustas devido ao impacto de dois grandes acontecimentos que se relacionam entre si, a pandemia global (Covid-19), e a crise petrolífera intitulada de “guerra de preços do petróleo” entre a Arábia Saudita e a Rússia em março de 2020.

Figura 1- Evolução, em níveis, dos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.

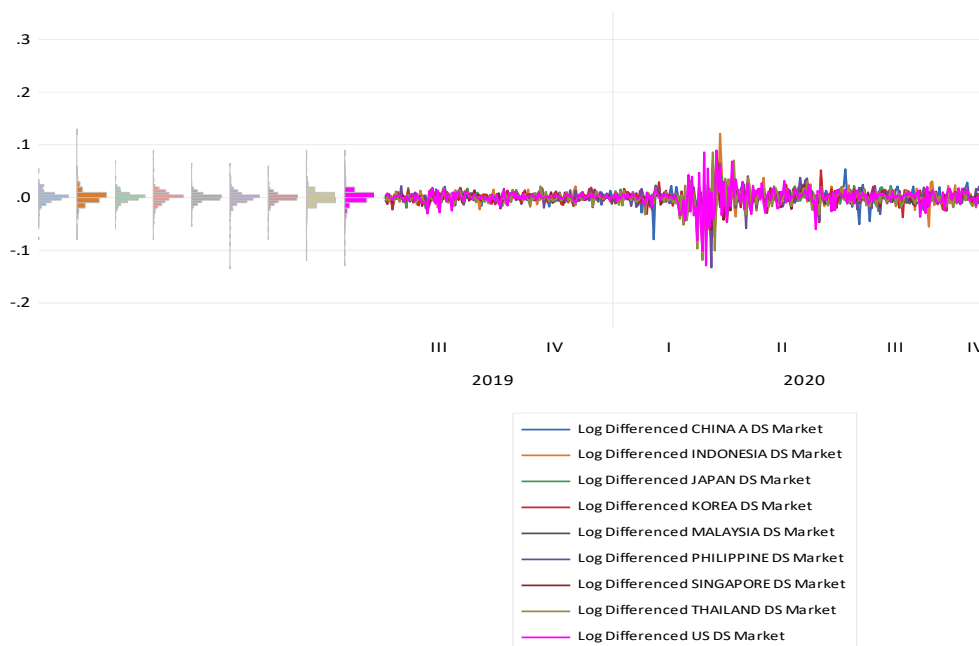


Fonte: Elaboração própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11).

A figura 2 apresenta a evolução das rendibilidades dos índices dos 9 mercados de ações em análise ao longo do período considerado. Em todas as séries é perceptível uma dispersão em torno da média, assim como um comportamento relativamente sincronizado entre as séries. Observa-se graficamente a existência de uma volatilidade elevada, especialmente nos primeiros meses do ano de 2020 nomeadamente fevereiro, março e abril.

Figura 2- Evolução, das rendibilidades, dos 9 mercados de ações no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11).

Através da análise da Tabela 3 podemos observar que as rendibilidades médias diárias dos mercados de ações em análise apresentam valores muito próximos de zero, sendo o mercado da Tailândia o que apresenta uma rendibilidade média menor diária (-0.12%), e o mercado dos Estados Unidos o que apresenta as maiores médias de rendibilidade diárias (0.04%). Analisando o desvio padrão das rendibilidades diárias dos mercados em estudo concluímos que os Estados Unidos é o mercado que apresentam o nível de volatilidade mais acentuado, com um desvio padrão de 1.890%, seguido da Tailândia com um desvio padrão de 1.685%. As volatilidades menores correspondem aos mercados da Malásia com um desvio padrão de 0.957% e ao Japão com um desvio padrão de 1.177%. Ao analisarmos os dados relativos aos valores de assimetria concluímos que estes são diferentes de 0 e os valores de curtose são muito superiores a 3, perante estas evidências é rejeitada a hipótese de normalidade.

Para confirmar os resultados obtidos anteriormente recorreu-se ao teste de Jarque e Bera (1980) para testar a normalidade das séries de tempo. Como podemos observar na tabela acima

os valores dos testes são rejeitados a um nível de significância de 1%, o que permite afirmar que as rendibilidades das séries de dados dos mercados em análise não seguem uma distribuição normal.

Tabela 3- Estatísticas descritivas, em rendibilidades, referentes aos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020

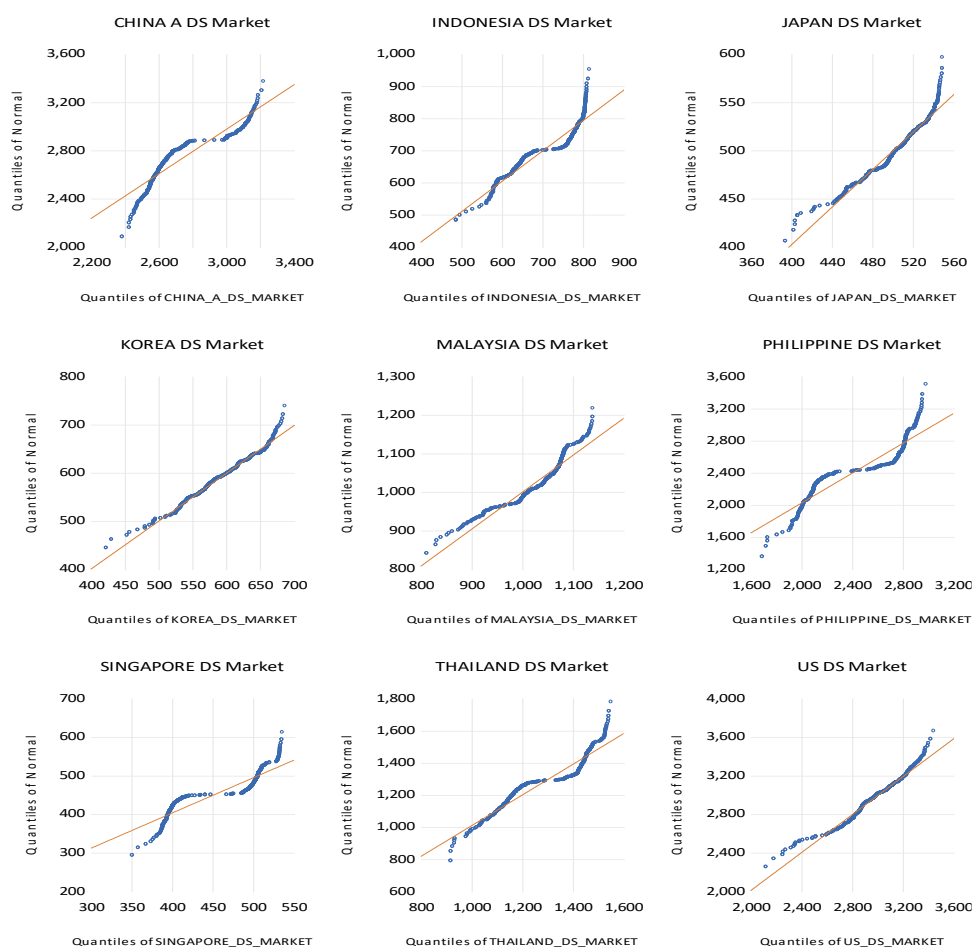
	China	Indonésia	Japão	Coreia_Sul	Malásia	Filipinas	Singapura	Tailândia	EUA
Média	0.0000	-0.0006	0.0001	0.0003	- 0.0004	-0.0007	-0.0009	-0.0012	0.0004
Desvio Padrão	0.0121	0.0163	0.0118	0.0154	0.0096	0.0155	0.0123	0.0169	0.0189
Assimetria	- 1.0594	0.4414	- 0.1144	- 0.0098	- 0.6202	-2.5179	- 0.9388	-1.7611	-1.1019
Curtose	10.5994	14.7634	8.8242	9.8289	13.2543	23.2662	13.4155	19.3572	15.2285
Jarque-Bera	899.8773***	2 011.9760***	491.2039***	674.2551***	1 542.5470***	6304.9830***	1 619.4340***	4 047.7860***	2 232.2490***
Observações	347	347	347	347	347	347	347	347	347

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11). *** Representa a rejeição da hipótese nula a um nível de significância a 1%.

Com recurso aos gráficos de quantis podemos também testar a normalidade das séries temporais em estudo, esta análise é feita através da comparação gráfica dos quantis teóricos da distribuição normal com os quantis da amostra. A análise gráfica sugere que as distribuições das rendibilidades são leptocúrticas e relativamente assimétricas o que nos permite concluir que em todos os mercados financeiros em análise é rejeitada a hipótese de normalidade o que valida os resultados do teste de Jarque e Bera (1980) (vide figura 5).

Figura 3- Gráficos de quantis respeitantes às rendibilidades dos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11).

Na Tabela 4 estão representados os resultados dos testes de raízes unitárias em painel. O teste de Hadri (2000) tem na hipótese nula a estacionariedade, ao observarmos a tabela concluímos que a hipótese nula não é rejeitada, o que nos leva a sugerir que não existem raízes unitárias em nenhuma das séries do painel. Os testes de Breitung (2000) e de Levin et al. (2002) testam ambos a hipótese nula de que as séries têm uma raiz unitária, ao analisar a tabela concluímos que nos dois testes as hipóteses nulas são rejeitadas a um nível de significância de 1%, o que sugere que as séries não possuam raízes unitárias. Sendo os resultados de todos os testes consensuais, concluímos que as séries temporais indicam a existência de estacionariedade.

Tabela 4- Testes de Raízes Unitárias em Painel para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020

Testes Raízes Unitárias	Hipótese Nula	Estatística
Levin et al. (2002)	Raiz Unitária	-40.83***
Breitung (2000)	Raiz Unitária	-29.40***
Hadri (2000)	Estacionariedade	-0.56

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11). ***, **, * representa significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

De maneira a identificar as principais quebras de estrutura e as datas em que estas ocorrem foram efetuados os testes de Clemente et al. (1998), os seus resultados podem ser observados através da tabela 5. Na sua maioria, as quebras de estrutura mais significativas ocorrem em março de 2020 sugerindo, mais uma vez, o forte impacto da pandemia e da crise petrolífera na performance dos mercados de ações em análise.

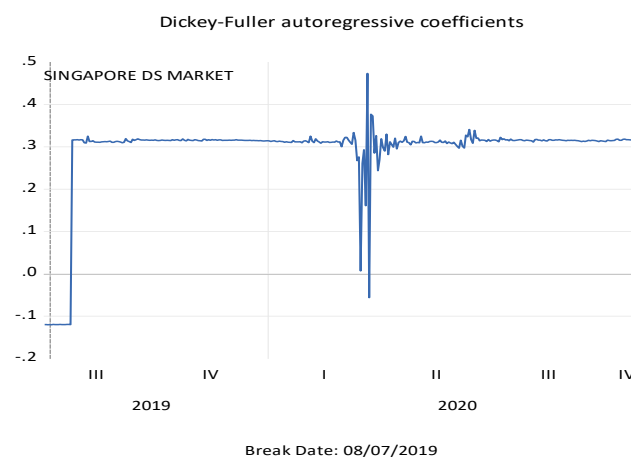
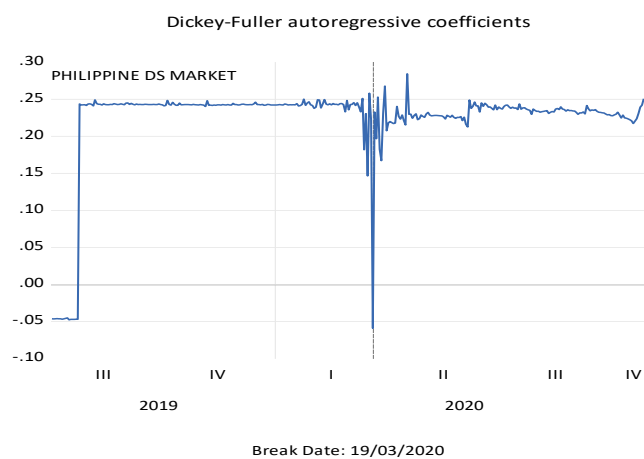
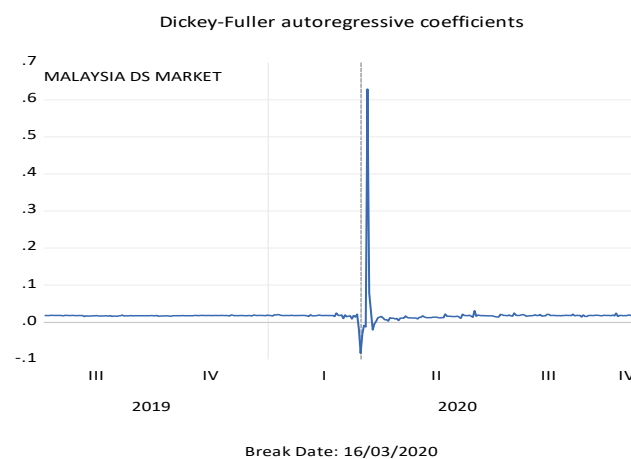
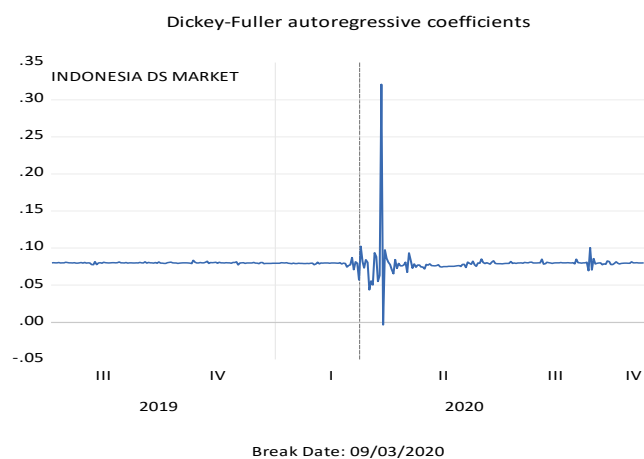
Tabela 5- Teste de raiz unitária de Clemente et al. (1998) com quebras de estrutura para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.

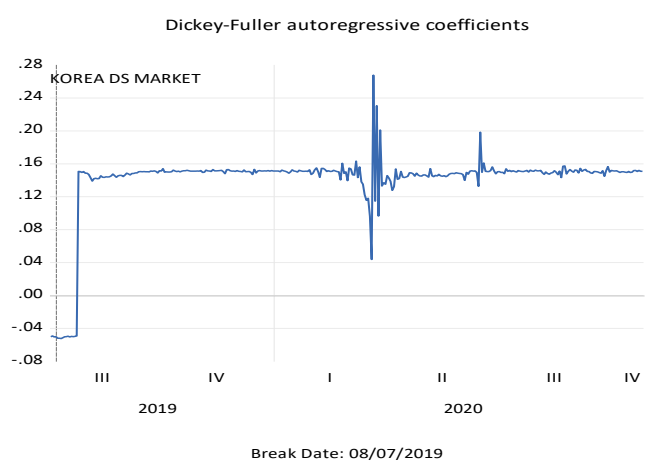
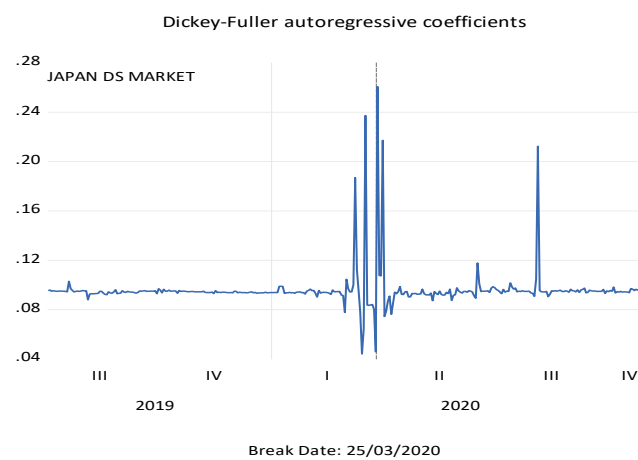
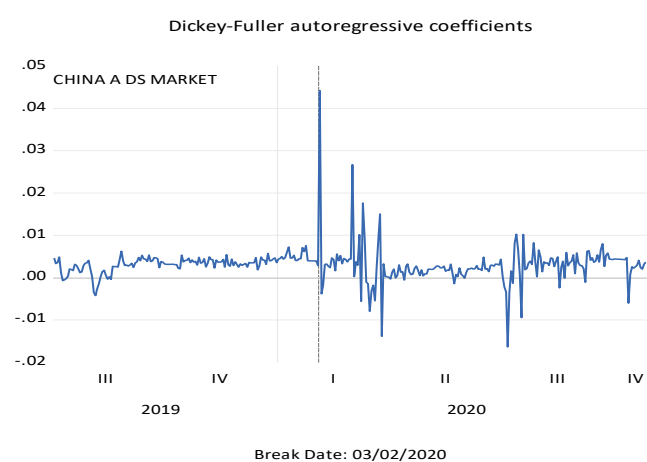
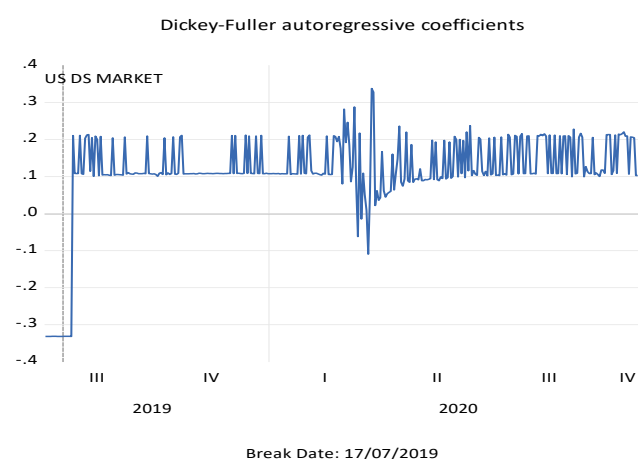
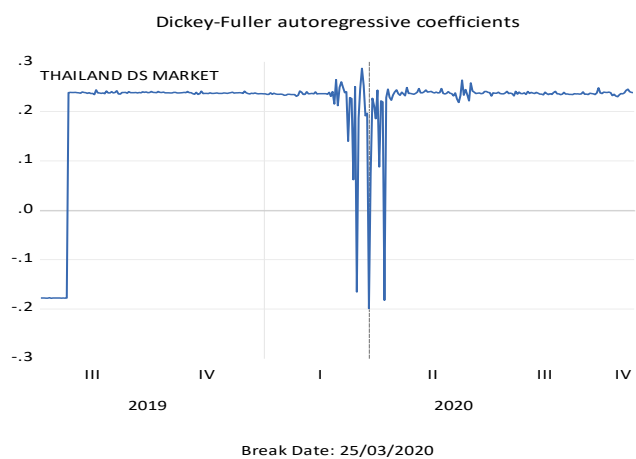
DS Market	Estatística-t	Data da quebra
Indonésia	-17.96(0) ***	09/03/2020
Malásia	-20.16 (0) ***	16/03/2020
Filipinas	-22.20(0) ***	19/03/2020
Singapura	-20.87(0) ***	08/07/2020
Tailândia	-22.89(0) ***	25/03/2020
EUA	-26.11(0) ***	17/07/2019
China	-19.74(0) ***	03/02/2020
Japão	-18.28(0) ***	25/03/2020
Coreia do Sul	-19.49(0) ***	08/07/2019

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11). ***, **, * representa significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Figura 4- Gráficos de quebras de estrutura para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020





Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11).

Com o objetivo de testar a eficiência de mercado, na sua forma fraca, foram calculados os testes de variâncias, através da metodologia proposta por Wright (2000) que inclui os testes de Rácios de Variância de *Rankings* e Sinais para 2, 4, 8 e 16 defasamentos, no período de julho de 2019 a outubro de 2020.

Com recurso à Tabela 6 podemos observar os resultados de ambos os testes. O teste de Variância por *Rankings* rejeita a hipótese nula de *random walk* em todos os índices, para todos os q defasamentos. Por sua vez, o resultado para o teste de Sinais indica as mesmas conclusões de rejeição da hipótese de *random walk* para todas as séries de tempo respeitantes aos 9 mercados de ações analisados. Ao observarmos os valores dos rácios em variâncias concluímos que estes, são em todos os casos, inferiores à unidade, o que vai em linha com a rejeição da hipótese nula que nos diz que os rácios de variância diferem da unidade. Isto permite-nos dizer que as rendibilidades são autocorrelacionadas no tempo, e existe reversão à média, em todos os índices para os dois testes o que implica a rejeição de hipótese de *random walk*, e por sua vez a hipótese de eficiência de mercado, na sua forma fraca. Estas descobertas permitem comprovar que o pressuposto da hipótese de eficiência dos mercados poderá ser questionável, uma vez que a previsão do movimento de determinado mercado pode ser melhorada se considerados os movimentos defasados dos restantes mercados, possibilitando assim a ocorrência de operações de arbitragem, o que validam a primeira e segunda questão de investigação. Estes indícios são corroborados pelos autores Shaik e Maheswaran (2017), Aggarwal (2018) que evidenciam a rejeição da hipótese *random walk* nos mercados asiáticos, sugerindo que os investidores poderão obter rendibilidades anómalas sem incorrer em risco adicional.

Tabela 6- Testes dos Rácios de Variâncias de Rankings e Sinais de Wright (2000), para as rendibilidades, nos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.

DS Market	q=2		q=4		q=8		q=16	
	R1	S1	R1	S1	R1	S1	R1	S1
China	-9.61***	-6.02***	-6.94***	-4.34***	-5.23***	-3.21***	-3.78***	-2.31***
	0.48	0.68	0.30	0.56	0.17	0.49	0.10	0.45
	-7.87***	-5.91***	-6.93***	-4.57***	-5.10***	-3.26***	-3.66***	-2.20**

Indonésia	0.58	0.68	0.30	0.54	0.19	0.48	0.13	0.48
Japão	-9.72***	-7.31***	-7.03***	-4.89***	-5.29***	-3.49***	-3.79***	-2.27**
	0.48	0.61	0.29	0.51	0.16	0.44	0.10	0.46
Coreia do Sul	-10.59***	-7.20***	-7.15***	-5.55***	-5.07***	-4.01***	-3.52***	-2.85**
	0.43	0.61	0.28	0.44	0.19	0.36	0.17	0.32
Malásia	-9.07***	-6.88***	-7.23***	-5.14***	-5.26***	-3.51***	-3.88***	-2.40***
	0.51	0.63	0.27	0.48	0.16	0.44	0.08	0.43
Filipinas	-9.14***	-6.77***	-7.39***	-5.23***	-5.51***	-4.10***	-3.93***	-3.04***
	0.51	0.63	0.26	0.47	0.12	0.35	0.07	0.28
Singapura	-10.30***	-6.13***	-7.35***	-4.51***	-5.31***	-3.16***	-3.84***	-2.02**
	0.45	0.67	0.26	0.55	0.15	0.50	0.09	0.52
Tailândia	-10.00***	-6.99***	-7.11***	-5.12***	-5.24***	-3.43***	-3.83***	-2.45***
	0.46	0.62	0.28	0.49	0.17	0.45	0.09	0.42
EUA	-11.58***	-7.74***	-7.46***	-6.03***	-5.37***	-4.61***	-3.91***	-3.27***
	0.38	0.58	0.25	0.39	0.14	0.28	0.07	0.23

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Eviews11). Os testes de variância por Rankings estabelecem o pressuposto de homocedasticidade. O teste de Sinais estabelece a presença de heterocedasticidade. Em ambos os casos, as estatísticas foram calculadas para os desfasamentos de 2, 4, 8 e 16 dias. Os valores imediatamente abaixo indicam as estimativas do rácio de variância. ***, **, *. Representam respetivamente significância a 1%, 5% e 10%.

Na tabela 7 podemos observar os expoentes *Detrended Fluctuation Analysis (DFA)* referentes aos 9 mercados de ações em análise. Os resultados mostram a existência de memórias longas acentuadas, isto porque os expoentes α_{DFA} apresentam valores > 0.5 , validando os resultados do teste de variância por Rankings e Sinais de Wright (2000), que mostram a rejeição da hipótese *random walk*. Estes achados mostram que os preços não são independentes e que tem memória, ou seja, os investidores utilizando estratégias de negociação ajustadas poderão obter rendibilidades anómalas sem incorrer em risco adicional, o que valida a primeira e a segunda questão de investigação. Estes resultados são confirmados pelos autores Rehman, Chhapra, Kashif, e Rehan (2018), Malafeyev, Awasthi, S.Kambekar, e Kupinskaya (2019) que mostram que os mercados asiaticos apresentam memórias longas, ou seja, alguma

previsibilidade, sugerindo assim, que os investidores poderão obter rendibilidades anómalas sem incorrer em risco adicional.

Tabela 7- Exponente DFA para os 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020

DS Market	α_{DFA}
Tailândia	$0.65 \cong 0.0063$
Singapura	$0.67 \cong 0.0020$
Malásia	$0.64 \cong 0.0005$
Indonésia	$0.60 \cong 0.0025$
Filipinas	$0.66 \cong 0.0024$
EUA	$0.59 \cong 0.0113$
China	$0.54 \cong 0.0080$
Japão	$0.64 \cong 0.0010$
Coreia do Sul	$0.62 \cong 0.0011$

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (algoritmo: Zebende, 2020) $H_0: \alpha = 0.5$ e $H_1: \alpha \neq 0.5$. O ajustamento do modelo $R^2 = 0,99$

Através do coeficiente de correlação cruzada sem tendência (ρ_{DCCA}) de Zebende (2011) mediu-se o nível de correlação entre os diversos pares de mercados financeiros em estudo no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020. Através da tabela 8 podemos observar que todos os valores de ρ_{DCCA} mostram 28 coeficientes de correlação cruzada sem tendência fortes ($0.666 \rightarrow \cong 0.999$), 7 coeficientes de correlação médios ($\cong 0.333 \rightarrow \cong 0.666$), e 1 coeficiente de correlação fraco ($\cong 0.000 \rightarrow \cong 0.333$). De uma forma em geral, os coeficientes de correlação cruzada sem tendência (λ_{DCCA}), evidenciam coeficientes fortes e significativos, sugerindo a existência de sincronizações acentuadas entre mercados, o que poderá colocar em causa a implementação de estratégias de diversificação de carteiras eficientes, o que valida a terceira questão de investigação. Estes achados são validados pelos autores Dias, Heliodoro, Alexandre, Santos, e Farinha (2021) que evidenciam coeficientes de correlação cruzada sem tendência (λ_{DCCA}) fortes nos mercados de ações da Europa de Leste.

Tabela 8- Quadro resumo dos coeficientes ρ_{DCCA} , referentes aos 9 mercados de ações, no período de 1 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020.

DS Market	$\rho DCCA$	Escala de tempo (dias)	Tendência
Tailândia / Singapura	0.67	$n > 17$	Forte
Tailândia/ Malásia	0.68	$n > 20$	Forte
Tailândia/ Indonésia	0.67	$n > 31$	Forte
Tailândia/ Filipinas	0.67	$n > 25$	Forte
Tailândia/ EUA	0.67	$n > 23$	Forte
Tailândia/ China	0.42	$n > 04$	Média
Tailândia/ Japão	0.68	$n > 30$	Forte
Tailândia/ Coreia do Sul	0.67	$n > 23$	Forte
Singapura/ Malásia	0.67	$n > 09$	Forte
Singapura/ Indonésia	0.68	$n > 24$	Forte
Singapura/ Filipinas	0.68	$n > 13$	Forte
Singapura/ EUA	0.67	$n > 21$	Forte
Singapura/ China	0.48	$n > 04$	Média
Singapura/ Japão	0.67	$n > 35$	Forte
Singapura/ Coreia do Sul	0.73	$n > 04$	Forte
Malásia/ Indonésia	0.67	$n > 27$	Forte
Malásia/ Filipinas	0.67	$n > 19$	Forte
Malásia/ EUA	0.68	$n > 30$	Forte
Malásia/ China	0.37	$n > 04$	Média
Malásia/ Japão	0.67	$n > 42$	Forte
Malásia/ Coreia do Sul	0.68	$n > 15$	Forte
Indonésia/ Filipinas	0.67	$n > 16$	Forte
Indonésia /EUA	0.67	$n > 31$	Forte
Indonésia /China	0.35	$n > 13$	Média
Indonésia / Japão	0.67	$n > 74$	Forte
Indonésia /Coreia do Sul	0.67	$n > 27$	Forte
Filipinas/ EUA	0.67	$n > 32$	Forte
Filipinas/ China	0.35	$n > 14$	Média
Filipinas/ Japão	0.67	$n > 56$	Forte
Filipinas/ Coreia do Sul	0.68	$n > 20$	Forte
EUA/ China	0.35	$n > 12$	Média
EUA/ Japão	0.67	$n > 29$	Forte
EUA/ Coreia do Sul	0.67	$n > 24$	Forte
China/ Japão	0.33	$n > 19$	Fraca
China/Coreia do Sul	0.47	$n > 04$	Média
Japão/ Coreia do Sul	0.68	$n > 33$	Forte

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Dados trabalhados pelo autor (software: Zebende, 2020)

5. Conclusões

Esta dissertação teve como objetivo investigar a hipótese de eficiência de mercado, na sua forma fraca, nos mercados de ações da Indonésia, Malásia, Filipinas, Singapura, Tailândia (ASEAN-5), China, Japão, Coreia do Sul, e os EUA, no período entre 01 de julho de 2019 a 28 de outubro de 2020. Para concretizar este objetivo pretendeu-se dar resposta às seguintes questões de investigação: i) A pandemia global de 2020 fez diminuir a eficiência dos mercados de ações em análise?. ii) Se os coeficientes de correlação cruzada entre mercados forem fortes a hipótese de diversificação de carteiras poderá ser colocada em causa?. Para dar robustez aos resultados realizamos três grupos de testes, o primeiro estima a hipótese random walk, através do modelo de Wright que inclui os testes de Rácios de Variância de *Rankings* e Sinais. O segundo valida os resultados do primeiro teste, através *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) que mede a autocorrelação em série em dados não estacionários. O terceiro teste valida a autocorrelação entre mercados, através da metodologia coeficiente de correlação cruzado sem tendência (*rhoDCCA*).

A metodologia empregue validou as duas questões de investigação através da aplicação de testes estatísticos, modelos econométricos e também modelos econofísicos. De modo a garantir a robustez foram realizados procedimentos de diagnóstico para aferir o comportamento das nove séries temporais em análise. As rendibilidades das séries dos mercados em análise não seguem uma distribuição normal, sugerindo-se leptocúrticas e relativamente assimétricas, são estacionárias, e apresentam na sua maioria quebras de estrutura mais acentuadas no primeiro trimestre de 2020, o que confirma o impacto de dois grandes acontecimentos que se relacionam entre si, a pandemia global (Covid-19) e a mais recente crise petrolífera intitulada de “guerra de preços do petróleo” entre a Rússia e a Arábia Saudita.

Através da metodologia proposta por Wright que inclui os testes de Rácios de Variância de *Rankings* e Sinais utilizados para testar a eficiência de mercado, observou-se que todos os índices de mercados rejeitaram a hipótese de *random walk*, o que responde à primeira questão de investigação uma vez que os mercados em análise rejeitaram a hipótese de eficiência de mercado durante o período em análise caracterizado pelo acentuado impacto da pandemia.

Foram ainda utilizados métodos econofísicos como o *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) e o coeficiente de correlação cruzado sem tendência (*rhoDCCA*) que permitiram respetivamente a validação da primeira questão de investigação e confirmação da segunda. As observações dos expoentes *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) mostram a existência de memórias longas acentuadas, isto porque todos os mercados apresentam expoentes superiores ao valor de referência ($\alpha_{DFA} > 0,5$), sendo o mercado da Singapura (0,67) o mais elevado, seguindo o das Filipinas (0,66) e Tailândia (0,65), por sua vez os mercados que apresentam os valores mais inferiores são China (0,54) e EUA (0,59). Estes resultados mostram que os preços não são independentes e que tem memória, ou seja, os investidores utilizando estratégias de negociação ajustadas poderão obter rendibilidades anómalas sem incorrer em risco adicional, o que vai em linha com os resultados obtidos pelo teste de Wright que mostram que todos os mercados rejeitam a hipótese de *random walk*. A medição dos coeficientes de correlação cruzada entre mercados esteve assegurado através do *rhoDCCA*, através deste método foram obtidos 36 pares, dos quais 28 coeficientes de correlação cruzada sem tendência fortes ($0,666 \rightarrow \cong 0,999$), 7 coeficientes de correlação médios ($\cong 0,333 \rightarrow \cong 0,666$), e 1 coeficiente de correlação fraco ($\cong 0,000 \rightarrow \cong 0,333$). Estes resultados evidenciam, na sua maioria, que os coeficientes de correlação cruzada sem tendência são fortes e significativos o que poderá colocar em causa uma estratégia de diversificação eficiente, estes achados validam a segunda questão de investigação.

A conclusão geral a reter e sustentada nos resultados obtidos, através dos testes efetuados com modelos econométricos, e econofísicos demonstram que a atual pandemia global de 2020 tem um impacto significativo sobre as propriedades de memória nos mercados de ações analisados. Os resultados evidenciam a rejeição da hipótese *random walk*, ou seja, os mercados apresentam persistência e evidenciam que as suas rendibilidades mostram previsibilidades, dito de outra forma os preços não refletem totalmente as informações disponíveis e que as mudanças nos preços não são independentes e distribuídas de forma idêntica. Esta situação tem consequências para os investidores, uma vez que as rendabilidades poderão ser previsíveis, criando assim oportunidades de arbitragem e de rendibilidades anómalas ao contrário dos pressupostos de *random walk* e eficiência da informação. De forma complementar também verificamos que estes mercados aumentaram significativamente a integração o que mostra que

a implementação de estratégias de diversificação de carteiras poderá ser colocada em causa. Em jeito de conclusão estas evidencias também abrem espaço para que os reguladores do mercado intentem medidas para garantir uma melhor informação informacional entre os mercados financeiros internacionais.

No que concerne a sugestões para futuras investigações pensamos que as mesmas deveriam passar por utilizar ações das empresas, com dados de alta frequência (ao minuto) e cruzá-las com o mercado onde estão cotadas, adicionar variáveis como dividendos, volume de negociação, assim como medidas *bid-ask*, para dar robustez aos resultados sobre o estudo da eficiência de mercado. Continuar a analisar mercados financeiros emergentes e de fronteira, com o propósito de fornecer aos reguladores, supervisores e investidores informação completa para uma melhor informação sobre os mercados financeiros internacionais.

Bibliografia

- Abakah, E. J. A., Alagidede, P., Mensah, Lord, & Ohene-Asare, K. (2018). Non-linear approach to Random Walk Test in selected African countries. *International Journal of Managerial Finance*. <https://doi.org/10.1108/IJMF-10-2017-0235>
- Aggarwal, D. (2018). Random walk model and asymmetric effect in Korean composite stock price index. *Afro-Asian J. of Finance and Accounting*. <https://doi.org/10.1504/aajfa.2018.10009906>
- Ajami, R. (2020). Globalization, the Challenge of COVID-19 and Oil Price Uncertainty. *Journal of Asia-Pacific Business*. <https://doi.org/10.1080/10599231.2020.1745046>
- Ajekwe, C. C. M., Ibiameke, A., & Haruna, H. A. (2017). Testing the Random Walk Theory in the Nigerian Stock Market. *IRA-International Journal of Management & Social Sciences (ISSN 2455-2267)*. <https://doi.org/10.21013/jmss.v6.n3.p15>
- Andrianto, Y., & Mirza, A. R. (2016). A Testing of Efficient Markets Hypothesis in Indonesia Stock Market. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.04.048>
- Aslam, F., Latif, S., & Ferreira, P. (2020). Investigating long-range dependence of emerging asian stock markets using multifractal detrended fluctuation analysis. *Symmetry*.

<https://doi.org/10.3390/sym12071157>

- Aslam, F., Mohti, W., & Ferreira, P. (2020). Evidence of intraday multifractality in european stock markets during the recent coronavirus (Covid-19) outbreak. *International Journal of Financial Studies*. <https://doi.org/10.3390/ijfs8020031>
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la spéculation. *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*. <https://doi.org/10.24033/asens.476>
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Kost, K., Sammon, M., & Viratyosin, T. (2020). The Unprecedented Stock Market Reaction to COVID-19. *The Review of Asset Pricing Studies*. <https://doi.org/10.1093/rapstu/raaa008>
- Banerjee, A. (1999). Panel data unit roots and cointegration: An overview. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1607>
- Borges, M. R. (2010). Efficient market hypothesis in European stock markets. *European Journal of Finance*. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2010.495477>
- Borges, M. R. (2011). Random walk tests for the Lisbon stock market. *Applied Economics*. <https://doi.org/10.1080/00036840802584935>
- Breitung, J. (2000). The local power of some unit root tests for panel data. *Advances in Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15006-6](https://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15006-6)
- Caporale, G. M., Gil-Alana, L. A., & Poza, C. (2020). High and low prices and the range in the European stock markets: A long-memory approach. *Research in International Business and Finance*. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101126>
- Charles, A., & Darné, O. (2009a). The random walk hypothesis for Chinese stock markets: Evidence from variance ratio tests. *Economic Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2008.09.003>
- Charles, A., & Darné, O. (2009b). Variance-ratio tests of random walk: An overview. *Journal of Economic Surveys*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2008.00570.x>
- Chow, K. V., & Denning, K. C. (1993). A simple multiple variance ratio test. *Journal of Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)90051-6](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)90051-6)
- Clemente, J., Montañés, A., & Reyes, M. (1998). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean. *Economics Letters*, 59(2), 175–182.

[https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(98\)00052-4](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(98)00052-4)

- Cowles, A. (1933). Can Stock Market Forecasters Forecast? *Econometrica*. <https://doi.org/10.2307/1907042>
- Cowles, A. (1944). Stock Market Forecasting. *Econometrica*. <https://doi.org/10.2307/1905433>
- Da Silva, M. F., De Area Leão Pereira, É. J., Da Silva Filho, A. M., De Castro, A. P. N., Miranda, J. G. V., & Zebende, G. F. (2016). Quantifying the contagion effect of the 2008 financial crisis between the G7 countries (by GDP nominal). *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.01.099>
- Delfiner, M. (2002). Comportamiento de los Precios de las Acciones en el Mercado Bursátil Argentino (Un Estudio Comparativo). In *CEMA Working Papers*:
- Dias, R., da Silva, J. V., & Dionísio, A. (2019). Financial markets of the LAC region: Does the crisis influence the financial integration? *International Review of Financial Analysis*, 63(February), 160–173. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.02.008>
- Dias, R., Heliodoro, P., & Alexandre, P. (2020). Efficiency of Asean-5 Markets: An Detrended Fluctuation Analysis. *Mednarodno Inovativno Poslovanje = Journal of Innovative Business and Management*. <https://doi.org/10.32015/jibm.2020.12.2.13-19>
- Dias, R., Heliodoro, P., Alexandre, P., Santos, H., & Farinha, A. (2021). Long memory in stock returns : Evidence from the Eastern European markets. *01029*, 1–10.
- Dias, R., Heliodoro, P., Alexandre, P., & Vasco, C. (2020). FINANCIAL MARKET INTEGRATION OF ASEAN-5 WITH CHINA: AN ECONOPHYSICS APPROACH. *4th EMAN Conference Proceedings (Part of EMAN Conference Collection)*. <https://doi.org/10.31410/eman.2020.17>
- Dias, R., Heliodoro, P., Teixeira, N., & Godinho, T. (2020). Testing the Weak Form of Efficient Market Hypothesis: Empirical Evidence from Equity Markets. *International Journal of Accounting, Finance and Risk Management*. <https://doi.org/10.11648/j.ijafrm.20200501.14>
- Dickey, D., & Fuller, W. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time séries with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057–1072. <https://doi.org/10.2307/1912517>
- Dsouza, J. J., & Mallikarjunappa, T. (2015). Does the Indian Stock Market Exhibit Random

- Walk? *Paradigm*. <https://doi.org/10.1177/0971890715585197>
- Fama, E. F. (1965a). Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*. <https://doi.org/10.2469/faj.v21.n5.55>
- Fama, E. F. (1965b). The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business*. <https://doi.org/10.1086/294743>
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Fama, E. F. (1991). *Efficient Capital Markets : II*. XLVI(5), 1575–1617.
- Freitas, F. D., De Souza, A. F., & de Almeida, A. R. (2009). Prediction-based portfolio optimization model using neural networks. *Neurocomputing*. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2008.08.019>
- Fusthane, O., & M, K. F. (2017). Weak Form Market Efficiency of the Johannesburg Stock Exchange: Pre, During and Post the 2008 Global Financial Crisis. *Journal of Economics and Behavioral Studies*. <https://doi.org/10.22610/jebbs.v9i5.1907>
- Gibson, G. R. (1889). *The Stock Markets of London, Paris and New York*. New York: G.P. Putnam's Sons.
- GRANGER, C. W. J., & MORGENSTERN, O. (1963). SPECTRAL ANALYSIS OF NEW YORK STOCK MARKET PRICES. *Kyklos*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1963.tb00270.x>
- Gu, R., Shao, Y., & Wang, Q. (2013). Is the efficiency of stock market correlated with multifractality? An evidence from the Shanghai stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2012.09.008>
- Gupta, R., & Basu, P. K. (2011). Weak Form Efficiency In Indian Stock Markets. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*. <https://doi.org/10.19030/iber.v6i3.3353>
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *The Econometrics Journal*. <https://doi.org/10.1111/1368-423x.00043>
- Hamid, K., Suleman, M. T., Shah, S. Z. A., & Akash, R. S. I. (2010). Testing the weak form of efficient market hypothesis: Empirical evidence from Asia-Pacific markets. *International Research Journal of Finance and Economics*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2912908>

- Hanieh, A. (2020). COVID-19 and global oil markets. *Canadian Journal of Development Studies*. <https://doi.org/10.1080/02255189.2020.1821614>
- Hansen, B. E. (2001). The new econometrics of structural change: Dating breaks in U.S. labor productivity. *Journal of Economic Perspectives*. <https://doi.org/10.1257/jep.15.4.117>
- Hasan, T., Kadapakkam, P. R., & Ma, Y. (2004). Tests of random walk for Latin American stock markets: Additional evidence. *Latin American Business Review*. https://doi.org/10.1300/J140v04n02_03
- Hatgioannides, J., & Mesomeris, S. (2007). On the returns generating process and the profitability of trading rules in emerging capital markets. *Journal of International Money and Finance*. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2007.05.005>
- Hawaladar, I. T., Rohith, B., & Pinto, P. (2020). Testing of Weak Form of Efficient Market Hypothesis: Evidence from the Bahrain Bourse. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3504485>
- Heliodoro, P., Dias, R., & Alexandre, P. (2020). FINANCIAL CONTAGION BETWEEN THE US AND EMERGING MARKETS: COVID-19 PANDEMIC CASE. *4th EMAN Selected Papers (Part of EMAN Conference Collection)*. <https://doi.org/10.31410/eman.s.p.2020.1>
- Hoque, H. A. A. B., Kim, J. H., & Pyun, C. S. (2007). A comparison of variance ratio tests of random walk: A case of Asian emerging stock markets. *International Review of Economics and Finance*. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2006.01.001>
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, 6(3), 255–259. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(80\)90024-5](https://doi.org/10.1016/0165-1765(80)90024-5)
- Jetin, B., & Mikic, M. (2016). ASEAN Economic Community: A Model for Asia-wide Regional Integration? In *ASEAN Economic Community: A Model for Asia-wide Regional Integration?* <https://doi.org/10.1057/9781137535085>
- Kanno, M. (2020). Risk Contagion of Covid-19 on Japanese Stock Market: A Network Approach. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3599609>
- Kaufmann, R. K., & Connelly, C. (2020). Non-market forces significantly affect oil prices. *Nature Energy*. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0563-3>

- Kelikume, I. (2016). New evidence from the efficient market hypothesis for the Nigerian stock index using the wavelet unit root test approach. *The Journal of Developing Areas*. <https://doi.org/10.1353/jda.2016.0041>
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-y)
- Lawal, A. I., Somoye, R. O., & Babajide, A. A. (2017). Are African stock markets efficient? Evidence from wavelet unit root test for random walk. *Economics Bulletin*.
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Liu, L., Wang, E.-Z., & Lee, C.-C. (2020). Impact of the COVID-19 pandemic on the crude oil and stock markets in the US: A time-varying analysis. *Energy RESEARCH LETTERS*. <https://doi.org/10.46557/001c.13154>
- Liu, Y., Gopikrishnan, P., Cizeau, Meyer, Peng, & Stanley, H. E. (1999). Statistical properties of the volatility of price fluctuations. *Physical Review E - Statistical Physics, Plasmas, Fluids, and Related Interdisciplinary Topics*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.60.1390>
- Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1988). Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test. *Review of Financial Studies*. <https://doi.org/10.1093/rfs/1.1.41>
- Machado Filho, A., Da Silva, M. F., & Zebende, G. F. (2014). Autocorrelation and cross-correlation in time séries of homicide and attempted homicide. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.01.015>
- Mahbubani, K., Sng, J., & Saravanamuttu, J. (2017). The ASEAN Miracle: A Catalyst for Peace. *Contemporary Southeast Asia*. <https://doi.org/10.1355/cs39-3q>
- Malafeyev, O., Awasthi, A., S.Kambekar, K., & Kupinskaya, A. (2019). Random Walks and Market Efficiency in Chinese and Indian Equity Markets. *Statistics, Optimization & Information Computing*. <https://doi.org/10.19139/soic.v7i1.499>
- Mantegna, R. N., & Stanley, H. E. (1995). Scaling behaviour in the dynamics of an economic

- index. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/376046a0>
- Maya Ochoa, C., & Torres Avendaño, G. (2004). The Unification of the Colombian Stock Market: A Step Towards Efficiency–Empirical Evidence. *Latin American Business Review*. <https://doi.org/10.1300/J140v05n04>
- Mehla, S., & Goyal, S. K. (2013). Empirical Evidence on Weak Form of Efficiency in Indian Stock Market. *Asia-Pacific Journal of Management Research and Innovation*. <https://doi.org/10.1177/2319510x1200800107>
- Milos, L. R., Hatiegan, C., Milos, M. C., Barna, F. M., & Botoc, C. (2020). Multifractal detrended fluctuation analysis (MF-DFA) of stock market indexes. Empirical evidence from seven central and eastern european markets. *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/su12020535>
- Mishra, A., Mishra, V., & Smyth, R. (2015). The Random-Walk Hypothesis on the Indian Stock Market. *Emerging Markets Finance and Trade*. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.1061380>
- Nisar, S., & Hanif, M. (2012). Testing weak form of efficient market hypothesis: Empirical evidence from South-Asia. *World Applied Sciences Journal*.
- Nsoesie, E. O., Rader, B., Barnoon, Y. L., Goodwin, L., & Brownstein, J. S. (2020). *Analysis of hospital traffic and search engine data in Wuhan China indicates early disease activity in the Fall of 2019*.
- Obayagbona, J., & Igbinsosa, S. O. (2015). Test of Random Walk Hypothesis in the Nigerian Stock Market. *Current Research Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.19026/crjss.7.5220>
- Ogbulu, O. M. (2016). Weak-form Market Efficiency, Estimation Interval and the Nigerian Stock Exchange: Empirical Evidence. *Indian Journal of Economics and Business*.
- Okorie, D. I., & Lin, B. (2020). Stock markets and the COVID-19 fractal contagion effects. *Finance Research Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101640>
- Osborne, M. F. M. (1959). Brownian Motion in the Stock Market. *Operations Research*. <https://doi.org/10.1287/opre.7.2.145>
- Peng, C. K., Buldyrev, S. V., Havlin, S., Simons, M., Stanley, H. E., & Goldberger, A. L.

- (1994). Mosaic organization of DNA nucleotides. *Physical Review E*.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.49.1685>
- Podobnik, B., Jiang, Z. Q., Zhou, W. X., & Stanley, H. E. (2011). Statistical tests for power-law cross-correlated processes. *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.84.066118>
- Podobnik, B., & Stanley, H. E. (2008). Detrended cross-correlation analysis: A new method for analyzing two nonstationary time series. *Physical Review Letters*, 100(8).
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.084102>
- Reboredo, J. C., Rivera-Castro, M. A., & Zebende, G. F. (2014). Oil and US dollar exchange rate dependence: A detrended cross-correlation approach. *Energy Economics*.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.12.008>
- Rehman, S., Chhapra, I. U., Kashif, M., & Rehan, R. (2018). Are Stock Prices a Random Walk? An Empirical Evidence of Asian Stock Markets. *ETIKONOMI*.
<https://doi.org/10.15408/etk.v17i2.7102>
- Roberts, H. V. (1959). STOCK-MARKET "PATTERNS" AND FINANCIAL ANALYSIS: METHODOLOGICAL SUGGESTIONS. *The Journal of Finance*.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1959.tb00481.x>
- Ruan, Y. P., & Zhou, W. X. (2011). Long-term correlations and multifractal nature in the intertrade durations of a liquid Chinese stock and its warrant. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.01.001>
- Sensoy, A., & Tabak, B. M. (2015). Time-varying long term memory in the European Union stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*.
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.05.034>
- Serletis, A., & Rosenberg, A. A. (2009). Mean reversion in the US stock market. *Chaos, Solitons and Fractals*. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2007.09.085>
- Serletis, A., Uritskaya, O. Y., & Uritsky, V. M. (2008). Detrended fluctuation analysis of the US stock market. *International Journal of Bifurcation and Chaos*.
<https://doi.org/10.1142/S0218127408020525>
- Shaik, M., & Maheswaran, S. (2017). Market Efficiency of ASEAN Stock Markets. *Asian*

<https://doi.org/10.18488/journal.aefr/2017.7.2/102.2.109.122>

- Simons, D., & Laryea, S. (2006). Testing the Efficiency of Selected African Stock Markets. *Finance India*. <https://doi.org/10.1.1.467.7105>
- Smith, G., Jefferis, K., & Ryoo, H. J. (2002). African stock markets: Multiple variance ratio tests of random walks. *Applied Financial Economics*. <https://doi.org/10.1080/09603100010009957>
- Smith, G., & Ryoo, H. J. (2003). Variance ratio tests of the random walk hypothesis for European emerging stock markets. *European Journal of Finance*. <https://doi.org/10.1080/1351847021000025777>
- Tabak, B. M. (2007). Testing for unit root bilinearity in the Brazilian stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2007.06.010>
- Takyi, P. O., & Bentum-Ennin, I. (2020). The impact of COVID-19 on stock market performance in Africa: A Bayesian structural time series approach. *Journal of Economics and Business*. <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2020.105968>
- Tsay, R. S. (2002). Analysis of Financial Time Series. In *Analysis of Financial Time Series*. <https://doi.org/10.1002/0471264105>
- Whisky, A. E. (2015). An Empirical Analysis of Stochastic Implications of Stock Price Movements in the Nigerian Capital Market. *International Finance and Banking*. <https://doi.org/10.5296/ifb.v2i2.8743>
- Wijeratne, D., Tripathi, S., & Sircar, S. (2018). *The Future of Asean - Time to Act*. (May), 1–149.
- Working, H. (1949). The investigation of economic expectations. *The American Economic Review*.
- Worthington, A. C., & Higgs, H. (2006). Evaluating Financial Development in Emerging Capital Markets with Efficiency Benchmarks. *Journal of Economic Development*.
- Wright, J. H. (2000). Alternative variance-ratio tests using ranks and signs. *Journal of Business and Economic Statistics*. <https://doi.org/10.1080/07350015.2000.10524842>
- Zebende, G. F. (2011). DCCA cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-

correlation. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 390(4), 614–618.
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2010.10.022>

Zebende, G. F., Da Silva, M. F., & MacHado Filho, A. (2013). DCCA cross-correlation coefficient differentiation: Theoretical and practical approaches. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2013.01.011>